



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Sandra Pärnpuu

**REINU-EINARI OÜ TAIMEKASVATUSE AGRO-
ÖKOLOOGILINE ANALÜÜS AASTATEL 2011-2016**

AGROECOLOGICAL CROP PRODUCTION ANALYSIS OF
REINU-EINARI OÜ IN 2011-2016

Bakalaureusetöö
Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: teadur Karin Kauer, PhD

Tartu 2017

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Sandra Pärnpuu		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Reinu-Einari OÜ taimekasvatuse agro-ökoloogiline analüüs aastatel 2011-2016			
Lehekülgi: 61	Jooniseid: 27	Tabeleid: 3	Lisasid: 0
Osakond: Taimekasvatuse ja rohumaa viljeluse osakond Uurimisvaldkond: B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused Juhendaja: Karin Kauer Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2017			
<p>Antud töö on koostatud Reinu-Einari OÜ andmete põhjal, kus üheks eesmärgiks oli anda ülevaade ettevõtte agro-ökoloogilisest tootmistegevusest, mille käigus analüüsitakse ettevõttes kasvatavate kultuuride saagikusi ja saagikust mõjutanud faktoreid ning võrreldakse neid Eesti keskmiste saagikustega aastatel 2011-2016. Teiseks eesmärgiks oli võrrelda saagikuste erinevusi ettevõtte juhi poolt hinnatud vähemviljakate põldude ja teiste põldude vahel ja millest need erinevused on tingitud.</p> <p>Töös kasutatud andmed koguti ettevõtte põlluraamatust ja erinevatest andmebaasidest, mida töödeldi Microsoft World Excelis.</p> <p>Ettevõttes kasvatatud kultuuride saagikused on töös käsitletud kuue aasta jooksul olnud Eesti keskmiste saagikustega sarnased. Kõrgemat saaki Eesti keskmisest on andnud kõigil aastal rukis ja madalamat saaki taliraps ja -rüps. Ilmastikust lähtuvalt olid parimad saagiaastad 2012 ja 2015 ning kehvemad 2013 ja 2016.</p> <p>Vähemviljakatel põldudel kasvatatud erinevate kultuuride saagikused olid oluliselt madalamad kui teistel põldudel. Leiti, et vähemviljakamad põllud olid raske lõimisega, alaliselt liigniisked, suure fosforitarbega ja madalama boniteedi ning reaktsiooniga kui teised põllud. Et antud põldudelt paremat saaki saada tuleks puudu olevatel põldudel teostada maaparandus ja samas olemasolevaid amortiseerunud maaparandussüsteeme uuendada, kasutada rohkem fosforväetisi ja külvikorras tihedamini kasutada haljasväetisena libliköielisi taimi, et mulla struktuursust ja õhustatust parendada.</p> <p>Antud tööd saab kasutada Reinu-Einari OÜ edaspidistes kasulikes analüüsides ja saadud tulemuste põhjal rakendada vajalikke võtteid kultuuride saagikuste parendamiseks.</p>			
Märksõnad: Saagikus, mullastik, gleimuld, teravili, raps			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Sandra Pärnpuu		Specialty: Production and Marketing of Agriculture Products	
Title: Agroecological crop production analysis of Reinu-Einari OÜ in 2011-2016			
Pages: 61	Figures: 27	Tables: 3	Appendixes: 0
Department: Department of Field Crop Husbandry Field of research: B390 Phytotechny, horticulture, crop protection Supervisors: Karin Kauer Place and date: Tartu, 2017			
<p>The given thesis has been drawn up based on the data of Reinu-Einari OÜ. One of the objectives is to provide an overview of the agroecological production activities in course of which the yields of the crops arable in the company and their affecting factors are analyzed and compared to the average in Estonia in years 2011-2016. The second objective is to assess the differences in yield on the fields that have been valued to be less fertile by the director of the company and other fields and, furthermore, to assess what these differences are the result of.</p> <p>The data used in the paper were collected from the company, different books and databases and processed in MicrosoftWord Exel.</p> <p>The yields of the agricultural crops cultivated in the company during the six years are similar to the average yield in Estonia. The yield of rye has been above the average of Estonia in all years and winter rape and colza has given lower yields than the average of Estonia. Resulting from the weather conditions, the best years of harvest were 2012 and 2015 and the worse ones were 2013 and 2016.</p> <p>The yields of crops cultivated on the less fertile fields were significantly lower than on other fields. It was found that the less fertile fields are hard-textured, permanently waterlogged, have a high phosphorus demand and a lower quality rating and reaction than other fields. In order to get higher yields from the fields, a land improvement should be carried out on them, at the same time, the existing outdated land improvements should be renovated. More phosphorous fertilizers should be used and green manure leguminous plants should be used more often in crop rotation to improve the structure and aeration of the soil.</p> <p>The paper can be of use in Reinu-Einari OÜ's future analysis and based on the results obtained, necessary techniques can be applied to improve the yields of the agricultural crops.</p>			
Keywords: yield, soil, gleysol, cereal, rape			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
1.1. Taimekasvatus Eestis.....	7
1.2. Teravilja- ja rapsisaake mõjutavad faktorid	8
1.2.1. Teravilja- ja rapsi agrotehnoloogia	9
1.2.2. Mulla omadused	10
1.2.3. Mulla boniteet	12
1.2.3. Väetamine.....	12
1.2.4. Ilmastik.....	13
2. MATERJAL JA METOODIKA	15
3. TULEMUSED JA ARUTELU.....	16
3.1. Ettevõtte üldiseloostus	16
3.2. Ettevõtte agrotehnoloogia.....	17
3.3. Ettevõtte põldude mullastik	19
3.3.1. Ettevõtte põldude mullaliigid	19
3.3.2. Muldade lõimis.....	22
3.3.3. Ettevõtte muldade väetustarve	23
3.3.4. Ettevõtte muldade reaktsioon	24
3.4. 2011.-2016. aastate ilmastik.....	25
3.4.1. 2011. aasta.....	25
3.4.2. 2012. aasta.....	26
3.4.3. 2013. aasta.....	28
3.4.4. 2014. aasta.....	29
3.4.5. 2015. aasta.....	30
3.4.6. 2016. aasta.....	31
3.5. Ettevõttes kasvatatud kultuuride keskmised saagikused	32
3.6. Ettevõttes kasvatavate kultuuride põhitoitelementide üldbilanss.....	36
3.7. Ettevõttes kasvatavate kultuuride saagikused sõltuvalt muldade liigitamisest.....	40
3.7.1. Mullagruppide põllumuldade lõimiseline jaotus.....	40
3.7.2. Mullagruppide põllumuldade boniteet	41

3.7.3. Mullagruppide põllumuldade väetustarve ning reaktsioon	42
3.7.4. Mullagruppide maaparandussüsteemide olemasolu	44
3.7.5. Mullagruppide erinevate kultuuride saagikused aastatel 2011-2016	45
KOKKUVÕTE	51
KASUTATUD KIRJANDUS	54
SUMMARY	59

SISSEJUHATUS

Rahvastiku arvu suurenedes on oluline suurendada ka taimekasvutoodangut, et kõigile jätkuks toitu. Taimekasvutoodangu suurendamisel on olulisel kohal saakide suurendamine, sest maa iseärasusi arvesse võttes ei ole taimekasvupinda võimalik lõpmatuseni suurendada. Paraku jääb linnastumise, kaevandamiste, tehaste ehitamiste ja muude taoliste faktorite tõttu põllumajanduslikku maad vähemaks, lisaks toimub muldade degradeerumist. Samuti piirab mõnes regioonis kliima taimekasvutoodangu suurendamist. Tuginedes eespooltoodule on oluline olemasolevat põllumajandusmaa ressursi kasutada jätkusuutlikult, rakendades läbimõeldud majandamisvõtteid, mis ei koormaks mulda ja taimekasvatussaadusi tagaksid majandusliku tasuvuse pikkadeks aastateks.

Antud töö eesmärgiks on anda ülevaade ettevõtte agroökoloogilisest tootmistegevusest, mille käigus analüüsitakse ettevõttes kasvatavate kultuuride (peamiselt teravili ja raps) saagikusi ja neid mõjutanud faktoreid (mulla omadused, ilmastik) ning võrreldakse neid Eesti keskmiste saagikustega aastatel 2011-2016.

On teada, et antud töös uuritud ettevõtte kogu maafond on ligikaudu 1800 ha, sellest 345 ha moodustavad põllud, mida ettevõtte juht on aastate pikkuse kogemuste baasil hinnanud madalate saakide tõttu väheviljakateks ja raskesti haritavateks põldudeks. Vaatluse all olevad põllud on üldiselt savilõimisega gleimullad. Viimastel aastatel on neil põldudel peamiselt kasvatatud nisu, mida soovitatakse liigniisketel savimuldadel kasvatada (Kõlli 1994). Ettevõtte maafondis on lisaks eelpool nimetatud savilõimisega gleimuldadele 340 ha selliseid gleimuldi, mida ettevõttejuht kehvaks ei hinda. Järelejäänud maafondi (1063 ha) moodustavad ülejäänud mullaliigid. Seoses sellega on töö teiseks eesmärgiks selgitada välja, kuidas erinevate kultuuride saagikus sõltub muldade liigitamisest eelpoolnimetatud gruppidesse ning millest saagikuse erinevused on tingitud.

Bakalaureusetöö valmimise eest tänan juhendaja Karin Kaurit.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Taimekasvatust Eestis

Eestis on põllumajandusmaa pindala suurus olnud viimase kuue aasta jooksul kasvavas trendis (tabel 1). Kui 2011. aastal oli põllumajandusmaad kokku 946 tuhat hektarit, siis 2016. aastal on seda 49 tuhat hektarit rohkem. Põllumaad, ehk siis maad, mida taimekasvatustlikul eesmärgil haritakse (v.a püsirohumaad), on samuti olnud viimase kuue aasta jooksul pindalalt kasvav. 2016. aastal oli põllumaad kokku 686,6 tuhat hektarit, mis on 54 tuhat hektarit rohkem kui 2011. aastal.

Tabel 1. Põllumajandusmaa, põllumaa ning erinevate kultuuride pindalad Eestis aastatel 2011-2016. (tuhat hektarit) (Statistikaamet 2017)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Pindala, tuhat ha					
Põllumajandusmaa	946	956	966	974,8	993,6	995,1
Põllumaa	632,4	620,5	632,1	648,1	669,7	686,6
Teravili	297	290,5	311	333	350,5	351,4
Nisu	128,4	124,3	124	154,4	169,7	164,5
Rukis	13,3	16,9	12	15,4	14,3	12,4
Oder	118,3	109	133	125,8	131,4	135,3
Tehnilised kultuurid	90	87,9	87,2	81	72,6	75,3
Raps ja rüps	89	87,1	86,1	80	70,8	70,1
Kaunvili	8,6	11	13,6	19,1	31,3	55
Hernes	8,5	10,9	13,2	16,5	22,1	38,9
Põlduba	0,1	0,1	0,2	0,0	9,1	16,5

Põllumaal kasvatatakse teravilja 2016. aasta seisuga 351,5 tuhandel hektaril. Teraviljadest kõige suurema pinna peal kasvab nisu. Nisu pindala oli aastatel 2011-2015 kasvavas trendis, kui 128,4 tuh. hektari pealt tõusis 169,7 tuh. hektari peale (+41,3 tuh. ha). 2016.aastal nisu pindala vähenes eelneva aastaga 5,2 tuhande hektari võrra, sest paljud talinisu põllud olid

kevadadel talvekahjustuste tõttu hukkunud ja antud põllud hariti ümber. Rukki kasvupind on aastati olnud erinev, kuid suurt langust ega tõusu pole olnud. Kõige rohkem kasvatati rukist 2012. aastal (16,9 tuhat ha) ja kõige vähem 2013. aastal (12 tuhat ha). Odra kasvupind on kuue aastaga tõusnud 17 tuhat ha (118,3 tuh. ha-ilt 135,3 tuh. ha-le).

Aastatel 2011-2015 vähenes tehniliste kultuuride kasvupind 17,4 tuh. ha. 2011. aastal oli kogu tehniliste kultuuride kasvupind 90 tuhat ha, kuid 2015. aastal oli 72,6 tuh. ha. Tehnilistest kultuuridest kasvatatakse Eestis kõige enam rapsi ja rüpsi. 2011. aastal moodustus rapsi ja rüpsi pindala kogu tehniliste kultuuride pindalast ligikaudu 99%, mis 2016. aastaks langes 6 %. Rapsi kasvupinna vähenemisega on kaasnenud ka kogu tehniliste kultuuride kasvupinna vähenemine. Üheks põhjuseks on soovitus, et rapsi kasvatamisel samal põllul tuleks hoida 4-5 aastat vahet (Tamm *et al.* 2016), et haiguste ja kahjurite levik oleks minimaalne (Cook 2006). 2016. aastal tehniliste kultuuride kasvupind tõusis eelneva aastaga 2,7 tuhande hektari võrra. Seda eelkõige kanepi ja ravim- ning maitsetaimede osakaalu suurenemise tõttu (Statistikaamet 2017).

Kaunviljade kasvupind aastal 2011 oli vaid 8,6 tuhat ha. 2016. aastaks oli kaunviljade kasvupind tõusnud 55 tuhandele hektarile. Enim kasvatatakse kaunviljadest hernest. Kuid herne osakaal on vähenenud, sest külvikorda on lisatud põlduba. 2011. aastal kasvatati hernest 38,9 tuhandel hektaril ja põlduba 16,5 tuhandel hektaril. Põldoa pindala on viimase kuue aasta jooksul tõusnud sajalt hektarilt 16,6 tuhande hektarini.

1.2. Teravilja- ja rapsisaake mõjutavad faktorid

Teraviljade seisukohalt mõjutavad saagipotentsiaali neli komponenti - produktiivvõrsete arv taimel, pähikute arv ühe õisiku kohta, õite arv pähikus ja 1000 tera mass (Jaama, Lauk 1999). Nende arvude kujundamisele aitab suuresti kaasa põllumehe teadlikkus. Need faktorid, millega saab saaki mõjutada on mulla omaduste parendamine, taimede väetamine, õige külvikord jms. Üks faktor, mida inimene ise mõjutada ei saa, on ilmastik. Siinkohal tuleb teada, millal on õige aeg külvata, väetada ja teisi agrotehnoloogilisi võtteid kasutada ilmast lähtuvalt.

1.2.1. Teravilja- ja rapsi agrotehnoloogia

Mullaviljakusele ja taimede saagikusele on tähtis, et oleks külvikord, mis on teadlikult ülesehitatud. Kõrgete saakide üheks eeltingimuseks on viljavaheldus. Mitu aastat järjest ühel kohal kasvatatud üks ja sama kultuur toob kaasa saagi vähenemise (Haller 1984). Sobiv külvikord on ka taimekahjustuste ennetamise kohapealt üheks peamiseks agrotehniliseks võtteks (Cook 2006; Tamm *et al.* 2016).

Külvikordade koostamisel on oluline kultuuride väärtus eelviljana, sest see mõjutab otseselt või kaudselt järelkultuure. Esimesse gruppi kuuluvad head eelviljad, milledeks on rühvelkultuurid, mitmeaastased heintaimed ja mustkesa. Teise grupi moodustavad keskmise väärtusega eelviljad nagu näiteks üheaastased liblikõielised kultuurid, liblikõieliste ja teraviljade segukülvid, raps ja rüps (Vipper 1999). Raps on hea eelvili teraviljadele, sest ta juurestik tungib sügavale ja parandab mulla struktuuri. Et haiguste levikut vältida, ei tohiks rapsile järgneda 2-3 aasta jooksul hernes ja enne 4-5 aastat ristõielised (Tamm *et al.* 2016). Kolmandasse ehk halba gruppi kuuluvad teraviljad. Nende poolt mulda jäetud orgaaniline aine on lämmastikuvaene ja sellepärast on taimejäänuste lagunemine aeglane (Vipper 1999).

Haljasväetiste kasutamine külvikorras aitab vähendada põldude umbrohtumist, haiguste ja kahjurite esinemise sagedust ja toitainete leostumist ülemistest mullakihtidest sügavamatesse mullakihtidesse (Skuodiene, Nekrošiene 2007). Head haljasväetised on liblikõielised kultuurid oma lämmastiku sidumise poolest. Nad seovad lämmastikku enim õitsemise ajal ning vähem seemnete moodustumise ajal (Talgre *et al.* 2009). Suurema juurekavaga liblikõielised kultuurid rikastavad mulda lisaks ka fosfori, kaaliumi ja kaltsiumiga, mida nad sügavamatest mullakihtidest pindmistesse kihtidesse transpordivad. Haljasväetiste kasutamine külvikorras suurendab mulla huumusesisaldust ja parandab mulla struktuuri (Dayegamiye 2000).

Taimekasvatuse agrotehnoloogias on korralikult teostatud ja õigeaegne mullaharimine tähtsal kohal. Mullaharimine algab pärast saagi koristust kui hakatakse looma uuele seemnele külvialust. Külviaegse mullaharimisega optimeeritakse veevaru, luuakse sobilik seemnealus, viiakse väetis mulda ja hävitatakse umbrohte (Viil *et al.* 1999).

Õige külviaeg on oluline taliviljade talvitumisele ja saagile. Kui külvata liialt vara, kasvavad taimed talvitumiseks liiga suureks, mis põhjustab haiguste levikut. Samuti takistavad suured

lehed mullapinnal mulla külmumist, mille tulemusena võivad taimed kannatada haudumise all. Suviviljade liiga varajase külviga võivad kaasneda tõusmete kahjustumine öökülmade tõttu. Samas piisavalt varakult külvatud suvilja seeme kasutab talvel mulda kogunenud niiskusvarusid täielikumalt (Heinsoo *et al.* 1986).

Külvialus peab olema selline, kus seemned idaneksid ja tärkaksid kiiresti ning samas ühtlaselt. Et idanemine õnnestuks, peaks seemnete ümber olema piisavalt vett ja toitaineid. Mulla pindmises kihis peaksid olema suuremad (10-20 mm) mullaagregaadid, mis takistaks vee aurumist ja juhiks sademed alumisse kihti ja seemne ümber väiksemad (0,5-2 mm) mullaosakesed. Seemned ise peaksid olema asetatud mullas tihendatud kihile, et oleks tagatud kapillaarvee juurdepääs (Viil *et al.* 1999).

Taimekasvatuses on oluliseks agrotehnoloogilisteks võtteks veel külvi rullimine, et seeme saaks mullaga parema kontakti. Talvitumisjärgne rullimine teostatakse külmakergituse korral ning talvitumisjärgne äestamine aitab kobestada ja õhustada mulda, hävitab umbrohtusid ja eemaldab talvel vigastatud ning haigestunud taimeosad (Kurstjens, Kropff 2001).

Integreeritud taimekasvatuses on olulisel kohal veel taimede pealtväetamine, vajaduslik keemiline umbrohu ja kahjurite tõrje, õigeaegne kasvuregulaatorite kasutamine, ning üleüldine põldude seisukorra kontrollimine (Heinsoo *et al.* 1986).

1.2.2. Mulla omadused

Muld on taimedele eluks vajalikuks kasvukeskkonnaks. Taimed saavad mullast vett ja peamisi toitaineid. Muld koosneb kolmest faasist – tahke, vedel ja gaasiline. Tahke faas jaguneb mineraalseks ja orgaaniliseks, vedel faas mullalahuseks ja gaasiline on mulla õhk. Mineraalmuldade tahke faas koosneb 90% anorgaanilisest ja ainult kuni 10% orgaanilisest ainest. Turvasmuldadel võib olla orgaanilist ainet üle 50%. Mulla orgaaniline aine on see, mis mulla põletamisel ära põleb. Orgaanilist ainet on mulla künnikihis tavaliselt ainult 2-3% mullamassist. Kivimite murenemise saadus on mulla mineraalosa. Nende murenemisele aitavad kaasa vesi, õhk ja elusorganismid. Mineraal on igasugune maakoos olev looduslik moodustis, millel esinevad kindlad füüsikalised ja keemilised omadused (Kärblane 1996).

Mulla omadustest on üks tähtsamaid mulla reaktsioon, mis on vesinikioonide ja hüdroksiidioonide kontsentratsioon mullas. Antud ionide erinevatest vahekordadest võivad mullad olla, kas happelised, neutraalsed või aluselised. Happelise reaktsiooni tekitavad ülekaalus olevad vesinikioonid, neutraalsel mullal on mõlemate ionide hulgad võrdsed ja aluselise reaktsiooni puhul on ülekaalus hüdroksiidioonid. Sümbol „pH“ tähistab vesinikioonide kontsentratsiooni (Kärblane 1996).

Mulla reaktsioon mõjutab mullaorganismide arvukust ja aktiivsust ja ka taimede kasvu ja arengut. Happelises mullas on asotobakterite, mis on vajalikud õhulämmastiku sidumiseks, tegevus peatunud (Martyniuk, Martyniuk 2002). Taimede seisukohalt on mulla reaktsioon tähtis just toitumise pärast. Tugevasti happelistes muldades on olulisemate toiteelementide omastatavus taimedele vähenenud. Ainult raua liikuvus mineraalmuldades ja mangaani liikuvus turvasmuldades happesuse suurenedes kasvab. Leeliselises keskkonnas on molübdeeni omastatavus kõige suurem. Kõige rohkem tekitab probleeme fosfori liikumine mineraalmuldades. Eesti muldade reaktsiooni arvestades on fosfori omastamiseks optimaalne reaktsioon vahemikus pH_{KCL} 6,5-7,5. Happelises keskkonnas toimub fosfori keemiline neeldumine (Astover *et al.* 2012). Happelisemat mulda talub rukis hästi. Oder eelistab kasvada neutraalsel mullal (pH 6,8-7,5) (Jaama, Lauk 1999).

Veel üks tähtsamaid faktoreid taimekasvatases on mullatüüp ja mulla lõimis. Teraviljakasvatases on kõige paremad mullad just leostunud mullad, kus on lõimiseks saviliiv või raske liivsavi ja näivleetunud mullad. Samuti sobivad kasvukohaks nisu puhul gleistunud leostunud mullad ja leostunud gleimullad, kus läbivateks lõimisteks on saviliiv ja liivsavi (Kõlli 1994). Rapsile sobivad erinevad mineraalmullad, kus lõimisteks on saviliiv ning kerged ja keskmised liivsavid. Raske lõimistega muldadel on rapsi keerulisem kasvatada (Tamm *et al.* 2016).

Teravilja kasvatuse on kõrge agromajandusliku riskiga väheviljakatel ja liigniisketel gleistunud ja gleimuldaudel. Need põllud on sobivaks kasvukohaks kõrreliste heintaimedele, sest nad on mulla õhustatuse suhtes vähemnõudlikumad kui teraviljad (Roostalu 2008).

1.2.3. Mulla boniteet

Maa boniteet on iseloomustav lõppnäitaja maa tootlikkusele, kus vaadeldakse maatüki omadusi nagu mullastiku kirjusus, reljeef, kivisus, kõlviku suurus jne, mis mõjutavad põllukultuuride kasvatamist. Boniteet näitab mulla ja maa kvaliteeti viljakuse ja põllumajanduse tootlikkuse seisukohast. Boniteedi hindamistabelid on välja töötatud põllukultuuride saagikuse järgi erinevatel muldadel, mille vahel valitseb tavaliselt lineaarne positiivne seos. Usaldusväärseid boniteedi ja saagikuse vahelisi seoseid saab leida pikaajaliste andmete põhjal, sest ilmastiku mõju saagikusele on suur (Astover *et al.* 2012).

Boniteedi järgi jaotub haritav maa kümnesse klassi, kus kasutatakse 100-hindepunktulist skaalat. Vastavast maa boniteedist selguvad erinevad maa kvaliteediklassid. I-II klassi moodustavad väga head maad boniteediga 81-100 hp. III-IV klassi moodustavad head maad 61-80 hp. Järgmise, V-VI klassi moodustavad keskmised maad 41-60 hp. Halvad maad- VII-VIII klassiga maad on 21-40 hp maad ning IX-X klassiga maad ehk väga halvad maad on boniteediga 1-20 hp. Eestis väga heade maade klassi kuuluvaid põllumaid ei ole. Eestis on haritava maa kaalutud keskmine boniteet 40 hindepunkti (Astover *et al.* 2012).

1.2.3. Väetamine

Taimede toitumise seisukohalt võib mullas olevate toitainete varu jääda väheseks kõrge saagi saamise puhul. Selleks, et konkreetset saaki saada, peab olema taimetoiteelemente kindlates kogustes. Saaki võib saada ka ilma väetamiseta, kuid toitainete vaesel mullal võib saak jääda madalaks. Lisaks toimub sel juhul taimede toitumine mullavaru arvel, millega saagi koristamisel mullast toitaineid eemaldatakse ja tagajärjeks on mulla toitainete varu vähenemine (Kärblane 1996).

Saagi mootoriks peetakse lämmastikku. Mullalämmastiku üheks allikaks on atmosfääriõhus olev lämmastik, mis on taimedele kättesaadav tänu lämmastikku siduvatele mikroorganismidele (Dazzo *et al.* 1978). Teiseks mullalämmastiku allikaks on erinevad mineraal- ja orgaanilised lämmastikväetised (Frimpong, Baggs 2010).

Kui lämmastikku on taimes vähe, siis taim ei võrsu hästi, väheneb seemnesaak ja vegetatsiooniperiood lüheneb. Lämmastikuvaegus mõjutab negatiivselt taimede keemilist koostist ja terakvaliteeti. Lämmastiku puudusel vaesuvad kõigepealt taime vanemad osad, kust lämmastik liigub noorematesse osadesse, ehk lämmastik reutiliseerub. Samuti tuleb vältida lämmastikuga üle väetamist, sest sel juhul võib taimede areng aeglustuda ja kasvuperiood pikeneda. Hiliste sortide puhul liigväetamisel Eesti kliimas viljad ei valmi ja saak võib ikalduda. Lämmastikuga üleväetatud taimed tihti lamanduvad ja suureneb ka haigustesse nakatumise oht (Kärblane 1996).

Fosfor ja kaalium on taliteraviljadele vajalikud, sest nad soodustavad suhkrute kogunemist taimedesse, suurendavad talvekindlust ja muudavad taimed lamandumiskindlamaks. Suviviljadest on kõige toitainete nõudlikum nisu, sest tema juurekava on suhteliselt väike ja seetõttu saavad mullast toitaineid halvasti kätte. Lämmastiku ja fosfori vajadus on kõige suurem võrsumise ja kõrsumise ajal ning kaaliumi vajadus viljapea loomise ja terade moodustamise ajal (Heinsoo *et al.* 1986).

Väetamisel tuleb kindlasti arvestada asjaolu, et eelneva saagiga on põllult eemaldatud taimetoiteelemente. Need kogused sõltuvad eelneva saagi keemilisest koostisest ja saagi suurusest (Kärblane 1996). Seega, tuleks saagiga eemaldatud toiteelemendid järgneva kultuuri eelselt korvata.

1.2.4. Ilmastik

Põllumajandus on tugevalt mõjutatud ilmastikust ja kliimast (Gornall *et al.* 2010). Õhutemperatuur, päikesekiirgus ja sademed mõjutavad suuresti taimekasvu, arengut ja saaki (Yu *et al.* 2013).

Külmemad kuud aastas on jaanuar ja veebruar. Mõnedel talvekuude päevadel võib temperatuur langeda alla -30°C . Lumikatteta pikemad külmad alla -20°C võivad tekitada talvekahjustusi taliviljadele või need läbi külmetada (Haller 1984). Talvitumisperioodil on mitmeid taliviljade hukkumise põhjuseid: külmumine, haudumine, külmakergitus, jääkooriku ja lumiseenekahjustus (Jaama, Lauk 1999). Kindlasti tuleb arvestada, et isegi ilma lumekihita

on mullapinna lähedal, taimede võrsumissõlme sügavusel, mõne kraadi võrra kõrgem temperatuur kui ilmajaamade poolt mõõdetud kõrgusel (Haller 1984).

Eestis algab vegetatsiooniperiood tavaliselt aprillis, mil keskmine õhutemperatuur on viimastel aastatel olnud 4-5°C (Lääne-Nigulas 4,9°C – nüüd ja edaspidi Lääne-Nigula andmed, mis pärinevad ilmateenistuse andmebaasist). Jahedamad ilmad, kuid mitte alla 0 kraadi, soodustavad kevadel taimede võrsumist, juurte kasvu ja tihedama taimiku kujunemist (Heinsoo *et al.* 1986). Kultuuride intensiivne kasv algab mais, sest kuu keskmine õhutemperatuur ulatub 10°C (Lääne-Nigulas 11,5°C). Vahel esineb maikuus öökülmi, mis võivad kahjustada suviteravilju. Juuni, juuli ja august on Eestis kasvatavatele kultuuridele temperatuurilt optimaalsed (Haller 1984).

Nii põud kui ka sademete liig tekitavad taimedel saagi langust ja kvaliteedi halvenemist. Jõgeval tehtud uuringust selgus, et kõige paremat saaki saadi kui sademeid oli külvist küpsuseni 180-220 mm (Ingver *et al.* 2010).

2. MATERJAL JA METOODIKA

Antud töö koostamisel kasutati ettevõtte põldude andmete kogumiseks põlluraamatut, ettevõtte juhi poolt koostatud viljelusplaani, väetusplaani ja saagiandmete tabeleid. Töös analüüsiti aastate 2011-2016 saagiandmeid.

Ettevõtte põllumuldade liikidest ja esinevatest lõimistest leiti informatsiooni Maa-ameti geoportaali X-GIS kaardirakendusest. Põhjalikult veebikaardist saadi andmed põldude maaparandussüsteemide olemasolu kohta. Põllumassiivide boniteetide ja täpsema ülevaate kogu maafondi mullaliikide saamiseks tehti päring Põllumajandusuuringute Keskusse. Erinevate kultuuride Eesti keskmised saagiandmed aastatel 2011-2016 pärinevad Statistikaameti andmebaasidest.

Põllumuldade reaktsiooni ja väetustarbe kirjeldamiseks kasutati 2015. aastal võetud mullaproovide analüüsitulemusi, millede analüüsi korraldas Põllumajandusuuringute Keskus. Mullaproovid said võetud ainult haritavast põllumaast, mida oli kokku 1748 ha. Püsirohumaadelt mullaproove ei võetud. Põllumajandusuuringute keskus analüüsis mullaproovidest muldade pH, orgaanilise süsiniku, fosfori ja kaaliumi sisaldusi.

Ettevõtte põldudele kõige lähemal asuva Lääne-Nigula sademete ja temperatuuri mõõtejaama andmeid aastate 2011-2016 sademete hulga ja keskmiste temperatuuride kohta kuude lõikes küsiti Riigi Ilmateenistusest.

Taimetoitainete üldbilanssi arvutamisel kasutati „Väetamise ABC“-d, kust saadi kindla kultuuri kohta vastavad koefitsiendid (Kanger *et al.* 2014).

Andmete kogumiseks ja analüüsimiseks kasutati programmi Microsoft Office Excel. Exceli programmis teostati ka tabelid ja muud joonised andmete parema ülevaate saamiseks. Erinevate mullagruppide omaduste statistiliselt usutavate erinevuste välja selgitamiseks kasutati ANOVA dispersioonianalüüsi Fisheri LSD testi ($p < 0,05$).

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Ettevõtte üldiseloostus

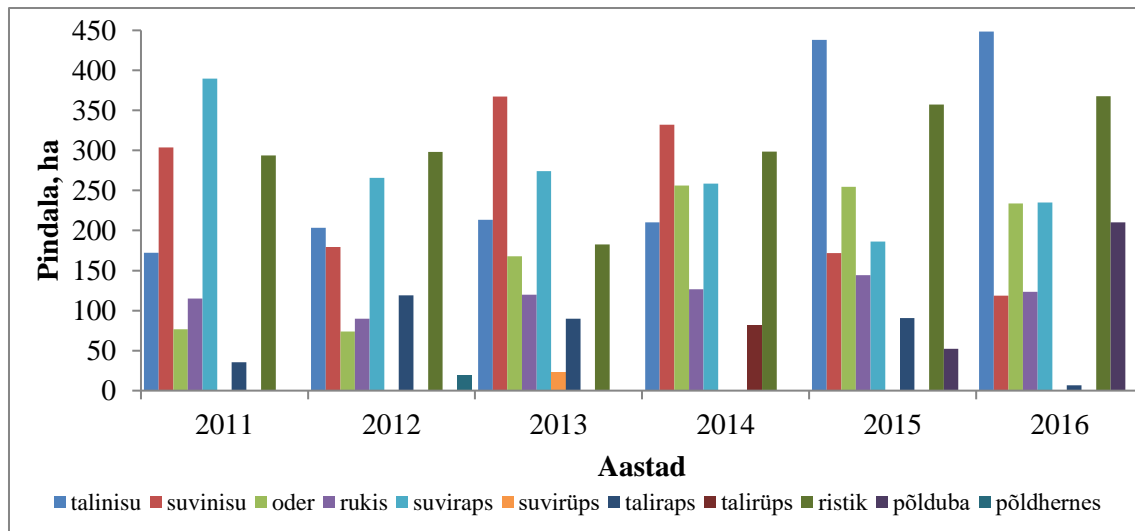
Reinu-Einari OÜ asub Lääne maakonnas, Kullamaa vallas, Üdruma külas. Ettevõtte alustas oma tegevust 1997. aastal. Põllumajandusmaad on ettevõttel 1817 ha, millest 69 ha on püsirohumaa ja 1748 ha põllumaa. Ettevõtte majandab ka metsamaaga, mida on kokku umbes 1000 ha.

Taimekasvatustoodang läheb peamiselt müügiks. Vähesel määral toodetakse seemet oma otstarbeks. Kultuuridest kasvatatakse nisu, rukist, otra, rapsi, uba ja ristikut. Ristikut kasvatatakse peamiselt haljasväetisena.

Kõige suurema kasvupinna 2016. aastal moodustas ettevõtte kogukasvupinnasest talinisu-ligikaudu 25% (448,62 ha) (joonis 1). Võrreldes aastaga 2011 (172,27 ha) on see 38% rohkem. Aastal 2011 oli suvirapsi all umbes 390 ha, kuid järgnevatel aastatel on rapsi kasvupind vähenenud. Rupsi kasvatamine on hetkeseisuga tootmises lõpetatud.

Rukist on kasvatatud 2011.-2016. aastal 89-144 hektaril. Odra kasvupind on võrreldes 2011.-2012. (vastavalt 76 ha ja 73 ha) aastaga suurenenud ligikaudu 70% (2014. aastal 256 ha). 2016. aastal oli odra kasvupind 233 ha.

Ristiku all olevad põllumaad moodustavad kogu haritavast maast erinevatel aastatel ligikaudu 20%. Eelkõige järgib ettevõtte ristiku kasvupinna protsenti PRIA keskkonnasõbraliku majandamise nõudest, mis näeb ette, et taotleja peab kasvatama vähemalt 15% toetusõiguslikul maal liblikõieliste sugukonda kuuluvaid põllumajanduskultuure (PRIA 2015). Ettevõtte kasvatab punast ristikut ja seda kasvatatakse kahel järjestikusel aastal. Sellele järgneb tavaliselt nisu, harvem ka raps või oder.



Joonis 1. Reinu-Einari OÜ külvipindade jaotumine aastatel 2011-2016

2012. aastal kasvatati põldhernest 19,88 ha-l. 2015. ja 2016. aastal on ettevõtte oma külvikorda toonud ka põldoa viljavahelduse rikastamiseks. Põlduba tuli kasutusele mõnevõrra ristiku asendajana, sest mõlemad on liblikõieliste perekonda kuuluvad ja mullaviljakust suurendavad kultuurid tänu juurtel tegutsevatele mullabakteritele, kes õhust lämmastikku seovad (Graham, Vance 2003). Põldoa eeliseks ristiku ees on müüdava saagi kõrgem turuhind.

3.2. Ettevõtte agrotehnoloogia

Ettevõttel ei ole korrapäraselt külvikorda. Kuid arvestatud on, et külvikorras ei järgneks ühel põllul kahel järjestikusel aastal sama kultuur ning et teravilja ei kasvatata järjest üle kolme aasta. Rapsi kasvatatakse ettevõtte külvikorras igal neljandal aastal vältimaks haiguste levikut (Cook 2006).

Mullaharimine algab sügisel, pärast viljade koristust, kui teostatakse kõrrekoorimine. Sellega eeldatakse, et mahavarisenud seemned hakkavad idanema ja põhk lagunema. Seejärel kasutatakse mõnes kohas üldhävitavat herbitsiidi. Järgnevalt osad põllud küntakse ning osadel põldudel teostatakse viimastel aastatel kütusekulude kokkuhoiu mõttes pindmist mullaharimist. On leitud, et minimeeritud harimisega on võimalik kütust kokku hoida kuni 17

l/ha (Sijtsma *et al.* 1998). Katsest rähksel liivsavimullal selgus, et võrreldes tavapärase künnimeetodiga mullaharimisest vähenes sügavama kobestamisega (15-18 cm) kütusekulu 16,9% ja õhukesel kobestamisel (8-10 cm) 37,2% (Viil 2017). Kündmise järel toimub randaalimine või libistamine, seejärel teostatakse kivide rohkuse tõttu kivikorje.

Suviviljade jaoks jäetakse talveks maa seisma taimkatteta. Kuid parem oleks kasutada vahekultuure, mis aitaks vältida toitainete leostumist mullast (Clark 2007). Taliviljade külvi eel, pärast kivikorjet, toimub põldude väetamine. Enamus põlde väetatakse mineraalväetistega ja seejärel randaalitakse väetis mulda. Osadele põldudele laotatakse tahket sõnnikut. Kanasõnnikut laotatakse normiga 6 t/ha ja veisesõnnikut 40 t/ha. Kuna ettevõttel ei ole loomakasvatust, siis ostetakse nii kana kui ka veisesõnnikut ja põllule laotamiseks tellitakse vastav teenus. Pärast laotamist randaalitakse sõnnik mulda.

Järgnevalt teostatakse taliviljade külv. Taliraps külvatakse sõltuvalt aastast augusti algusest kuni augusti keskpaigani 2-3 cm sügavusele. Enne talve teostatakse üks kord veel pealt väetamist ammooniumnitraadiga, millele järgneb umbrohutõrje. Umbrohutõrje tehakse koos kasvuregulaatoriga, et pärssida varrekasvu, mis muudab taime talvekindlamaks (Morrison *et al.* 1992 ref Rapacz 1998).

Rukist külvatakse augusti viimasel nädalal kuni septembri esimese dekaadini. Seeme külvatakse 3-4 cm sügavusele. Pärast tärkamist teostatakse vajadusepõhiselt umbrohutõrjet. Sügisel rukist rohkem pealt ei väetata.

Talinisu külv viiakse läbi septembri esimesel dekaadil. Viimasel aastal (2015) rulliti külvatud seemet parema kontakti saamiseks mullaga. Umbrohutõrjet üldiselt ei teostata. Samuti ei teostata sügisel pealtväetamist pärast külvi.

Kevadel alustatakse taliviljade pealtväetamist ammooniumnitraadiga ja äestatakse põllud oraseäkkega. Talinisu väetamine (N norm ligikaudu 130 kg/ha) jaotatakse kasvuperioodi jooksul kahele-kolmele korrale, et ei antaks korraga liiga suurt kogust ja et taim saaks ka hilisemas kasvufaasis toitaineid. Rukist väetatakse üks kord lämmastikunormiga 90 kg/ha.

Suviviljade külvieelselt haritakse maad pindmiselt, et sademetevaesel kevadel oleks seemnetel piisavalt vett idanemiseks (Aura 1999; Schjønning 2013). Külvid algavad soodsatel aastatel aprilli keskpaigast põldoaga ja lõpetatakse mai teisel dekaadil suvinisuga. Külvieelselt väetatakse põlduba väikese lämmastiku sisaldusega kompleksväetisega, et anda seemnetele lisatoitaineid kasvamiseks. Väikese lämmastiku sisaldusega sellepärast, et suur

lämmastiksisaldus mullas vähendab mügarbakterite õhulämmastiku sidumist põldoa juurtel (Moore *et al.* 2012). Suviteraviljad ning suviraps väetatakse kompleksväetisega või orgaanilise väetisega külvi alla. Järgmine väetamine teostatakse kõrsumise alguses.

Vegetatsiooniperioodil tehakse herbitsiidiga kõikidel kultuuridel umbrohutõrjet. Vajaduspõhiselt sooritatakse veel putukatõrjet, haigustõrjet ja kasvureguleerimist lamandumise vastu. Leheväetisi kasutatakse minimaalselt.

Rukki ja varajase odra koristus algab üldiselt juuli lõpus ja augusti alguses. Varajast otra kasvatataksegi eesmärgiga, et odra alt vabanenud pinnale saaks talirapsi külviga õigeaegselt alustada. Viljade koristamine lõpeb tavaliselt septembris suvirapsiga.

3.3. Ettevõtte põldude mullastik

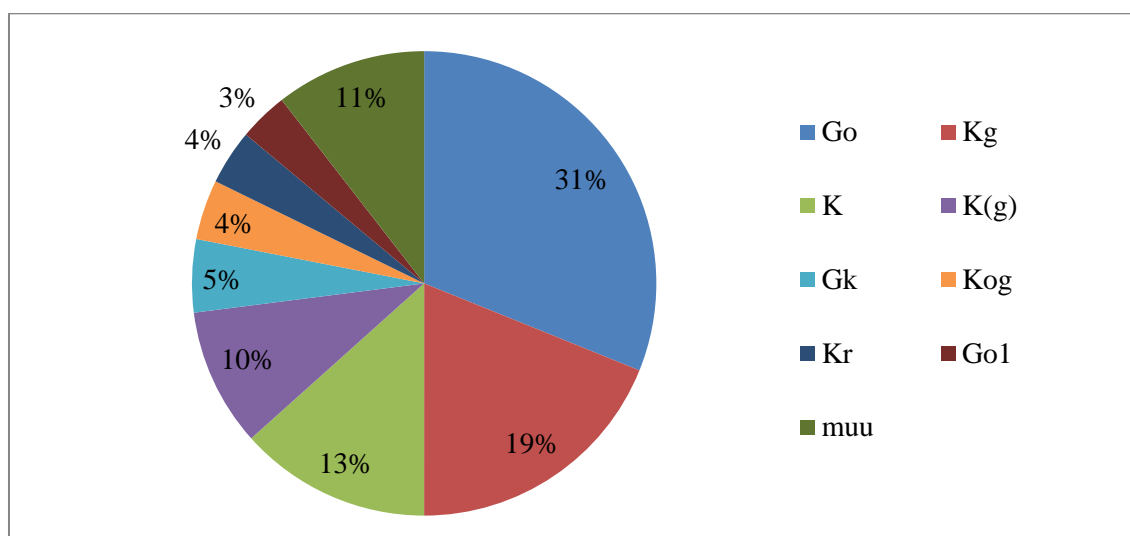
Ettevõtte põllumaad asuvad Lääne maakonnas. Kõige laiaulatuslikumalt esineb Läänemaal gleimuldi. Rohkem esineb veel rähkmuldi ja madalsoomuldi. Vähesel määral leidub leetunud ja leedemuldi ning raba- ja siirdesoomuldi (Astover *et al.* 2012).

Põllumuldade boniteet jääb ettevõttes vahemikku 28-58 hp. Tulemusi uurides selgus, et 36% põllumaadest kuuluvad V-VI klassi, mis on kvaliteedilt keskmised maad ja ülejäänud 64% põllumaadest on VII-VIII klassis, mida nimetatakse halbadeks maadeks.

3.3.1. Ettevõtte põldude mullaliigid

Reinu-Einari OÜ mullad on peamiselt mineraalmullad. Esineb ka turvasmuldi ja vähesel määral anormaalseid muldi. Enamus mineraalmuldi on liigniisked või ajutiselt liigniisked mullad.

Kõige rohkem esineb ettevõtte põllumuldadest liigniiskeid ehk leostunud gleimuldi (Go), mida on kogu maafondist 31% (554 ha) (joonis 2). Ajutiselt niiskeid ehk gleistunud rähkmuldi (Kg) moodustub kogu maafondist 19% (336 ha), kuid gleistumistunnustega rähkmuldi (K(g)) esineb 10% (171 ha) kogu maafondist. 13% (238 ha) põldudest on rähkmullad (K). Vähesemal määral leidub mullaliikidest veel rähkseid gleimuldi (Gk) (5%), gleistunud leostunud muldi (Kog) (4%), koreserikkaid rähkmuldi (Kr) (4%), küllastunud turvastunud muldi (Go1) (3%) ja 11% kogu maafondist moodustuvad mitmed erinevad mullaliigid kokku.



Joonis 2. Reinu-Einari OÜ põldude mullaliikide jaotumine (%)

Leostunud gleimullad (Go) on alaliselt liigniisked mullad. Nad on moodustunud karbonaatsetel lähtekivimitel, mida tõendab keemise esinemine 30-60 cm sügavusel. Looduslikel muldadel on pindmine horisont nõrgalt happeline, põllumuldadel tihti neutraalsed. Nende muldade liigniiskus tuleneb kas kõrgele tõusnud põhjaveest või reljeefi iseärasusest lohkudes olevast pinnaveest. Et neid muldi kasutada kultuurmaana, tuleb neid kindlasti kuivendada. Kuna nad on kevadeti veest küllastunud, algab antud muldadel vegetatsioon umbes kaks nädalat hiljem kui parasniisketel muldadel. Keskmiste lõimistega kuivendatud leostunud mullad sobivad peamiste põllukultuuride kasvatamiseks. Kergema lõimistega sobivad põldheinte kasvatamiseks (Astover *et al.* 2012).

Leostunud gleimullad, mis on keskmise lõimisega, sobivad kõige paremini nisu, kaera ja lupiini kasvatamiseks. Sobivuselt järgnevad rukis, oder, hernes, põldhein, mesikas ja segatis. Kõige vähem sobivad põllukultuuridest lina ja punane ristik (Kõlli 1994).

Rähkmullad (K) on tulnud tugevasti kivisel ja karbonaatsel moreenil. Keemine esineb kõrgemal kui 30 cm. Iseloomulik on suur kivisus ja lühike mullaprofiil. Mõned neist võivad kevadeti ja sügiseti kannatada liigniiskuse all ja sademetevaesel ajal olla põuakartlik (Astover *et al.* 2012).

Gleistunud rähkmuldadele (Kg) ja gleistumistunnustega rähkmuldadele (K(g)) on iseloomulik profiili alumises osas ajutise liigniiskuse tingimustes tekkinud roostevärvi täpikesed ja sinakashallid laigud. Nad paiknevad nõrgalt lainjate moreentasandike alumistel osadel. Neile on iseloomulik vahelduv niiskusrežiim, kuid suve keskel võivad taimed kannatada veepuuduse all. Gleistunud rähkmuldade kasutussobivus sõltub nende kuivendusastmest. Kuivendatud muldade kasutamine sarnaneb parasniisketega (Astover *et al.* 2012). Kõige paremini sobiv lupiini, mesika, kaera ja põldheina kasvatamiseks (Kõlli 1994).

Koreserikaste rähkmuldade (Kr) alumine osa on tugevasti veeriseline. Kõige raskem on harida õhukesti koreserikkaid rähkmuldi, mis tuleks jätta loodulikkusse. Antud mullad sobivad kõige paremini sügavale ulatuvate juurtega taimede kasvatamiseks ning ökonoomsetele veekasutajatele (Astover *et al.* 2012).

Rähksed gleimullad (Gk) on alaliselt liigniisked karbonaatsed ja koreserikkad mullad. Keemine esineb kõrgemal kui 30 cm. Lähtekivim on karbonaatne ja koreserikas. Alaline liigniiskus võib olla tingitud kõrgematelt aladelt pealevalguvast pinnaveest või kõrgest põhjaveesisust. Korralikult kuivendatud sügav rähkne gleimuld on sobilik põllukultuuride kasvatamiseks (Astover *et al.* 2012).

Gleistunud leostunud mullad (Kog) on kujunenud tugevasti karbonaatsel lähtekivimil. Antud mullaliik on ajutiselt liigniiske seepärast, et põhjavesi tõuseb lühiajaliselt kõrgele. Nende muldade savistunud horisondis leidub sinakaid ja hallikaid gleilaike ning roostetäppe. Gleistunud leostunud mullad paiknevad lainjate tasandike madalamatel osadel. Tänu headele taimekasvatustlikele omadustele on ka need mullad kasutusel kuivendatud põllumaana (Astover *et al.* 2012).

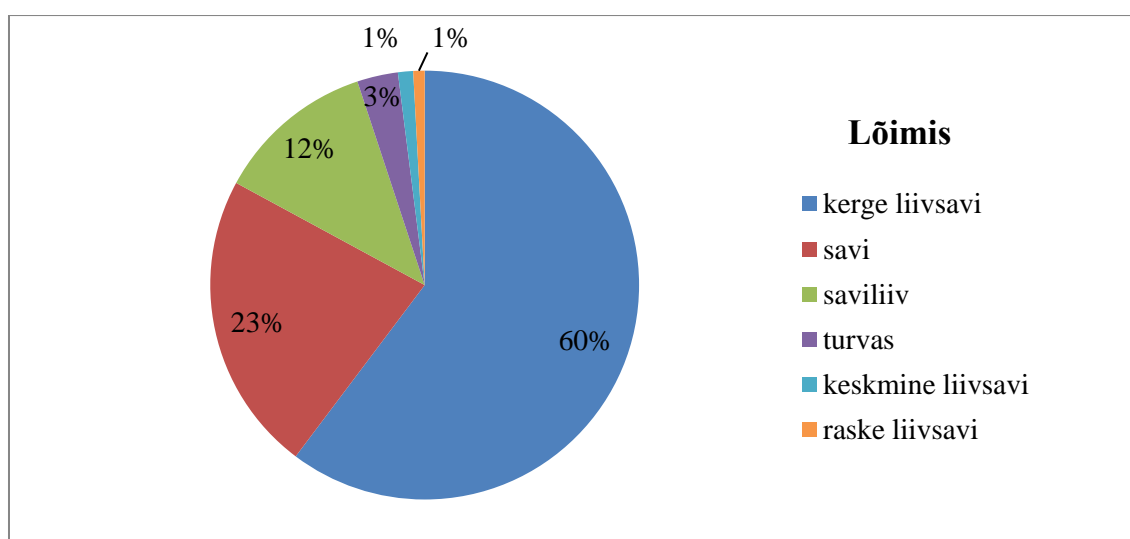
Küllastunud turvastunud mullad (Go1) on alaliselt liigniisked settealade mullad, mille profiili mineraalne osa on mullatekkeliselt diferentseerumata. Nende muldade pealmine,

turbahorisont on neutraalse või nõrgalt happelise reaktsiooniga. Alumine profiiliosa on tugevasti gleistunud ning ei sisalda palju korest. Veest küllastatus teeb gleimullad külmaks, millepärast kevadine harimine algab parasniisketest muldadest pool kuud hiljem. Põhjalikult kuivendatud küllastunud turvastunud mullad sobivad kultuurmaana kasutamiseks (Astover *et al.* 2012).

3.3.2. Muldade lõimis

Lõimis on põhiline näitaja hindamaks mineraalmuldade sobivust teraviljadele. Lõimise ehk struktuuri all mõistetakse erineva suurusega osakeste suhtelist hulka mullas (Astover *et al.* 2012). Mulla peeneseks nimetatakse osa, mis koosneb peamiselt savi ja liiva suurustest osakestest (jäävad alla 1mm) ja koreseks nimetatakse peamiselt liiva ja kruusa suurustest osakestest (üle 1 mm) koosnevat mullaosa (Craig 2004).

Ettevõtte põllumuldade peamiseks lõimiseks on kerge liivsavi (joonis 3). Kerge liivsavi lõimisega muldi on kogumaafondist 60%. Kask (1999) andmetel sobib antud lõimis kõikidele teraviljadele.



Joonis 3. Reinu-Einari OÜ põldude mullalõimise jaotus (%)

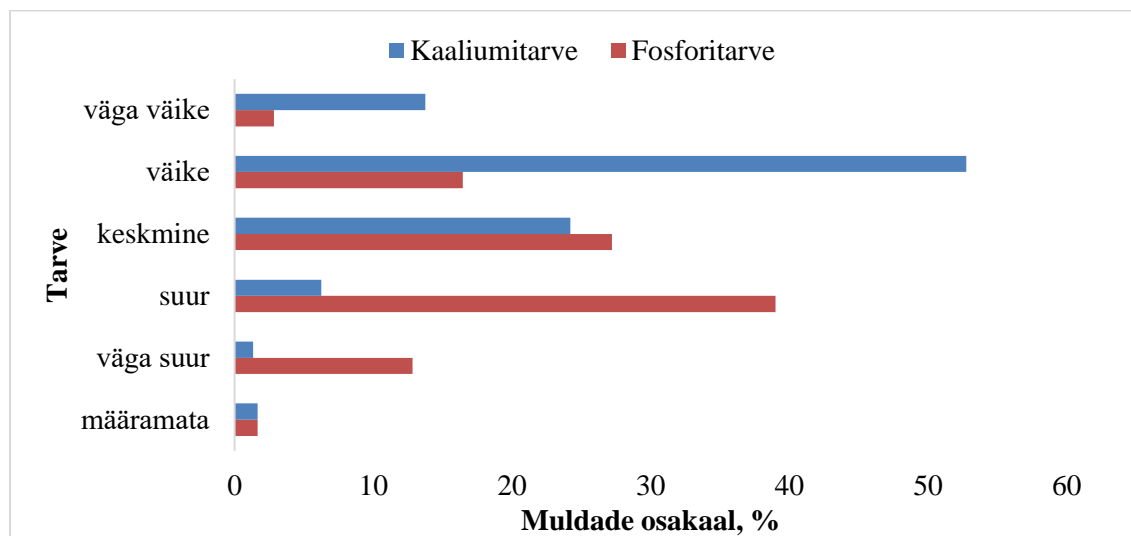
23% ettevõtte muldade lõimistest moodustub savi ja peamiselt esineb seda gleimuldadel. Sagedane teravilja kasvatamine rasketel (savi) muldadel kahjustab muldade füüsilist seisundit muutes selle raskesti haritavaks (Kask 1999). Savilõimistega muldade struktuursust on võimalik parandada kui kasvatada heintaimi või kasutada orgaanilisi väetisi (Roostalu 2008). Liblikõieliste haljasväetiste abiga väheneb savimuldade sidusus ja paraneb veeläbilaskvus (Skuodiene, Nekrošiene 2007).

Lisaks esineb saviliiva lõimisega muldasid - 12% kogu maafondist. Vähesel määral esineb turvast (3%), keskmist liivsavi (1%) ja rasket liivsavi (1%).

3.3.3. Ettevõtte muldade väetustarve

Fosfor on oluline taimedele just varajastes kasvufaasides, sest ta on vajalik peaaegu kõikides energiat võtvates protsessides. Fosfori puudus esimestes kasvufaasides võib vähendada taime produktiivsust rohkem kui fosfori piiratus viimastes kasvufaasides (Grant *et al.* 2001).

Ettevõtte põllumuldadest 39% on suure fosforitarbega (joonis 4).



Joonis 4. Reinu-Einari OÜ põldude fosfori- ja kaaliumitarve %

Väga suure fosforitarbega on 12,8% põldudest ja keskmise tarbega 27,2% põldudest. Väike ja väga väike fosforitarve on ainult 19,3% põldudest.

Fosforitarbe vähendamiseks tuleks ettevõttel kasutada fosfori suuretarbelistel põldudel rohkem fosfori sisaldavaid väetisi. Eelkõige soovitaks ettevõttel kasutada olemasolev orgaaniline väetis suure fosforitarbega muldadele, et kallitest mineraalsetest fosforväetistest kulusid kokku hoida. Suure fosforitarbe puhul tuleks saagiga eemaldatavast kogusest täiendada ja ühtlustada mullavarusid 1,3-1,5 kordse fosfori kogusega, väga suure väetistarbe puhul 1,5-2 kordse kogusega. Keskmise väetistarbe puhul saagiga üks ühele ja väiksemate tarvete puhul võib vähendada kogust (Kanger *et al.* 2014).

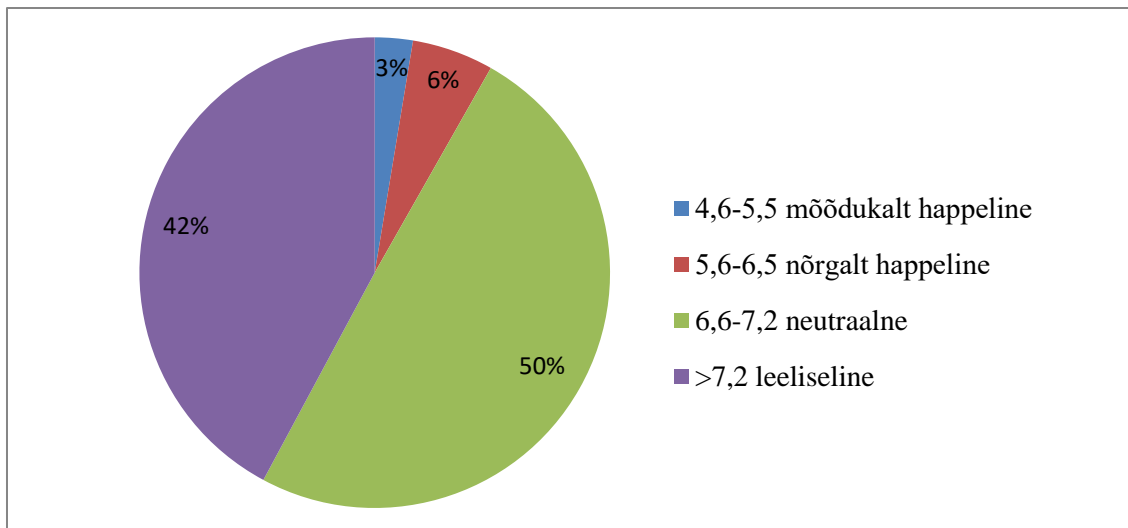
Ettevõtte muldadest 52,8% on väikse kaaliumitarbega. Suur ja väga suur kaaliumi tarve on ainult 7,6% põldudest (joonis 4).

Ettevõttel ei ole vajalik kasutada suurte kaaliumisisaldustega väetisi. Kuid väetamisel tuleks arvestada, et väikese väetustarbe puhul tuleks saagiga eemaldavast kogusest anda kaaliumit 0,5 kordselt, keskmise väetustarbe puhul saagiga võrdse koguse ja suure puhul 1,3-1,5 kordne kogus saagiga eemaldavast kogusest ja väga suure puhul veel rohkemgi (Kanger *et al.* 2014).

3.3.4. Ettevõtte muldade reaktsioon

Mulla pH on üheks domineerivamaks teguriks, mis reguleerib mullas toitainete kättesaadavust taimedele, taimede produktiivsust ning mullamikroobide elutegevust ja aktiivsust (Robson 1989 ref Adaneab *et al.* 2013).

Ettevõtte põllumullad on reaktsioonilt 50% ulatuses neutraalsed (pH 6,6-7,2), 42% muldadest leeliselised (pH>7,2). 6% on nõrgalt happelised ja ainult 3% mõõdukalt happelised (joonis 5).



Joonis 5. Reinu-Einari OÜ põldude jaotus (%) mullareaktsiooni järgi

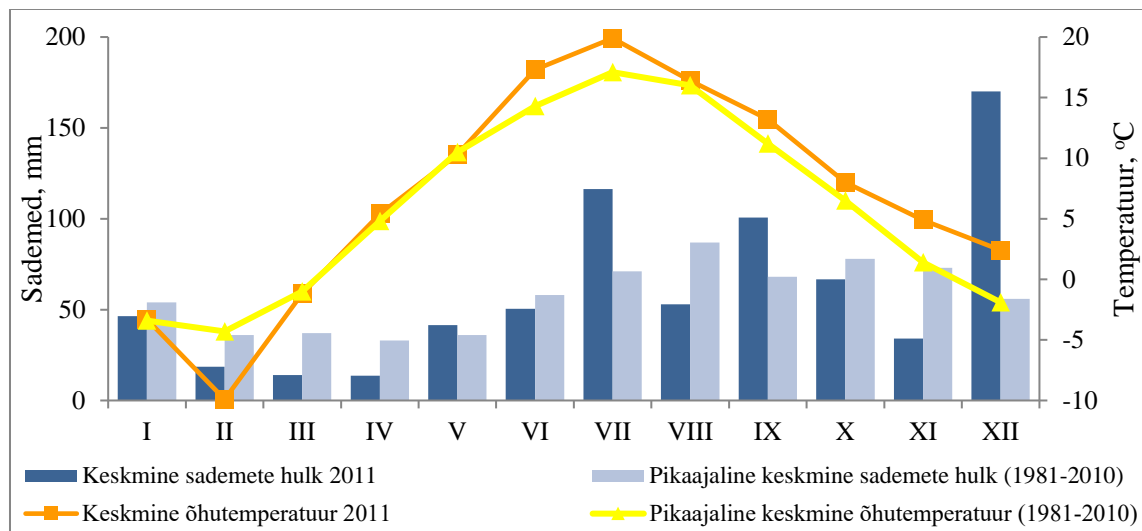
Seega ei ole ettevõttel tarvis teha lisakulutusi põldude lupjamisele. Muldades, mille pH on üle 7,4, on raskendatud taimedele fosfori, raua, tsingi ja mangaani omastatavus. Leeliselist mulda saab happelisemaks muuta väävelväetistega (Fernández et. al 2009).

3.4. 2011.-2016. aastate ilmastik

3.4.1. 2011. aasta

2011. aasta õhutemperatuur sarnases pikaajalise keskmise õhutemperatuuriga (joonis 6) Kuid veebruari keskmine õhutemperatuur oli -9,9 kraadi, mis pikaajalise keskmisega võrreldes oli 5,6 kraadi võrra madalam. Tänu olemasolevale lumikattele olid taliviljaorased veebruaris veel rohelised (Põllumajandussektori... 2012). Aprillis oli õhutemperatuur soodne taimede vegetatiivseks kasvuks. Märtsis ja aprillis tuli sademeid vähe, kuid tänu pikale lumikatte perioodile said taimed kasvuks vett. Maikuu sademete hulk oli 41 mm ja keskmine temperatuur 14 kraadi, mis on sarnane pikaajalisele keskmisele. Juuni oli pikaajalisest keskmisest 3 kraadi võrra soojem, aga sademeid tuli 8 mm vähem. Juulis oli sademete hulk suur (116 mm). Võrreldes pikaajalise keskmisega on seda 45 mm rohkem. Õhutemperatuur

oli tavapärasest paari kraadi võrra kõrgem. Taliviljad said valmis juuli lõpus. August oli viljakoristuseks soodne, kuna sademete hulk ei olnud liiga suur (53 mm).



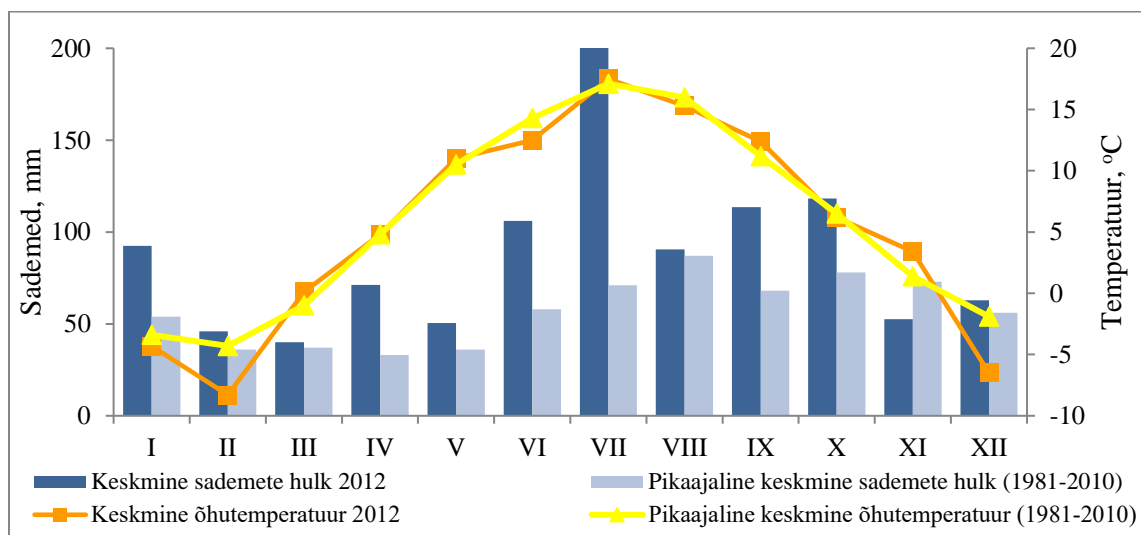
Joonis 6. 2011. aasta Lääne-Nigula MJ keskmine sademete hulk (mm) ja õhutemperatuur võrreldes pikaajalise keskmisega (Ilmateenistus 2017)

Taliviljade arenguks oli 2011. aasta sügis soodne. Sadas piisavalt ja temperatuur langes stabiilselt. Detsembris, kui taimede kasv oli seisma jäänud, tuli maha palju sademeid (170 mm). Seda peamiselt vihmana, sest keskmine õhutemperatuur oli 2,4 kraadi. Pikaajalisest keskmisest tuli sademeid detsembris 67% rohkem. Seega külmakahjustusi 2011. aasta sügis ei toonud.

3.4.2. 2012. aasta

2012. aastal tuli lumikate põldudele peale jaanuaris, mis püsis märtsini (Põllumajandussektori... 2013) (joonis 7). Veebruaris oli keskmine õhutemperatuur -8,3 kraadi, mis on nagu eelneval aastalgi madalam võrreldes pikaajalise keskmise õhutemperatuuriga, kuid tänu olemasolevale lumikattele külm taimi ei kahjustanud. Aprillis algas vegetatsiooniperiood, kuna keskmine ööpäevane õhutemperatuur püsis 5 kraadi juures.

Maikuu oli soodne suviviljade seemnete arenemiseks ja tärkamiseks, sest keskmine temperatuur oli 10 kraadi juures ja sademete summa oli 50,5 mm. Juunis oli keskmine temperatuur 12,5 kraadi, mis on paar kraadi vähem pikaajalisest keskmisest (14,3 °C). Kuid sademete hulk oli juunis suur (106 mm), mis aitas kaasa taime intensiivsele kasvule. Samuti oli ka juulikuu sademete hulk (203 mm) tunduvalt suurem pikaajalisest keskmisest (71 mm). See võis tekitada nii mõneski kohas üleujutusi, sest keskmine õhutemperatuur oli 17,5 kraadi ja alla sadanud vihm ei jõudnud ära auruda. Suured sajud lamandasid teraviljapõlde ja lõhkusid talirapsi kõtru lahti. Augustis tuli sademeid kokku 90 mm. See on pikaajalise keskmisega sarnane (87 mm).

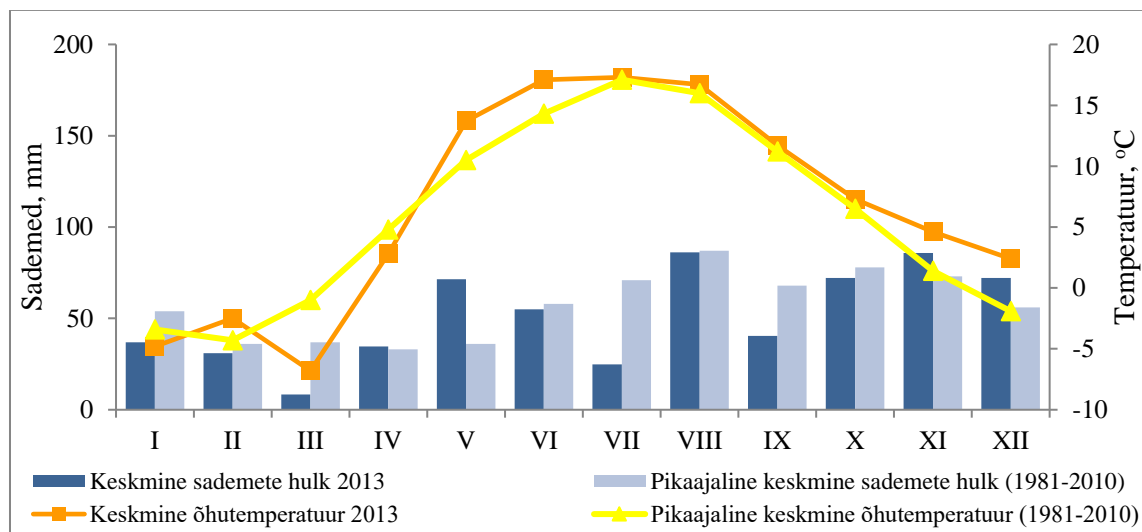


Joonis 7. 2012. aasta Lääne-Nigula MJ keskmine sademete hulk (mm) ja õhutemperatuur võrreldes pikaajalise keskmisega (Ilmateenistus 2017)

Septembris ja oktoobris tuli sademeid pikaajalisest keskmisest rohkem, mis takistas taliviljade õigeaegset külvi (Põllumajandussektori... 2014). Detsembris läks keskmine õhutemperatuur võrreldes novembriga järsult alla (3,4 kraadilt -6,5 kraadi peale). Kuid kuna sademeid tuli detsembris 63 mm, tuli taimedele soojust hoidev lumikate peale.

3.4.3. 2013. aasta

2013. aasta esimesel kuul oli keskmine temperatuur -3,4 kraadi ja sademete summa 37 mm (joonis 8). Veebruar oli võrreldes eelmise kahe aastaga soojem (-2,5 °C). Märts oli sademetevaene (8 mm) ja keskmine õhutemperatuur langes -6,8 kraadini. Aprillis tõusis keskmine õhutemperatuur 2,8 kraadini, aga heaks vegetatiivseks kasvuks on seda vähe. Pikalt peal olnud lumikatte tõttu olid taliteraviljad seenhaigustest kahjustatud (Põllumajandussektori... 2014). Maikuus oli keskmine õhutemperatuur 13,7 kraadi ja keskmine sademete hulk 71 mm, mida on pikaajalisest keskmisest 35 mm enam. Suviviljad said idanemiseks piisavalt vett ja temperatuur oli ka soosiv. Ka juuni oli temperatuurilt ja sademetelt kasvuks sobiv. Juulis oli temperatuur soodne aga keskmine sademete hulk jäi pikaajalisele keskmisele tunduvalt alla. Seega said taimed loomise ajal ainult 25 mm sademeid, mis võib jääda kõrge temperatuuri juures aurumise tõttu väheseks. Koristusperiood algas juba juuli keskpaigast. Augustis oli pikaajalise keskmisega nii sademetelt kui ka temperatuurilt sarnane.

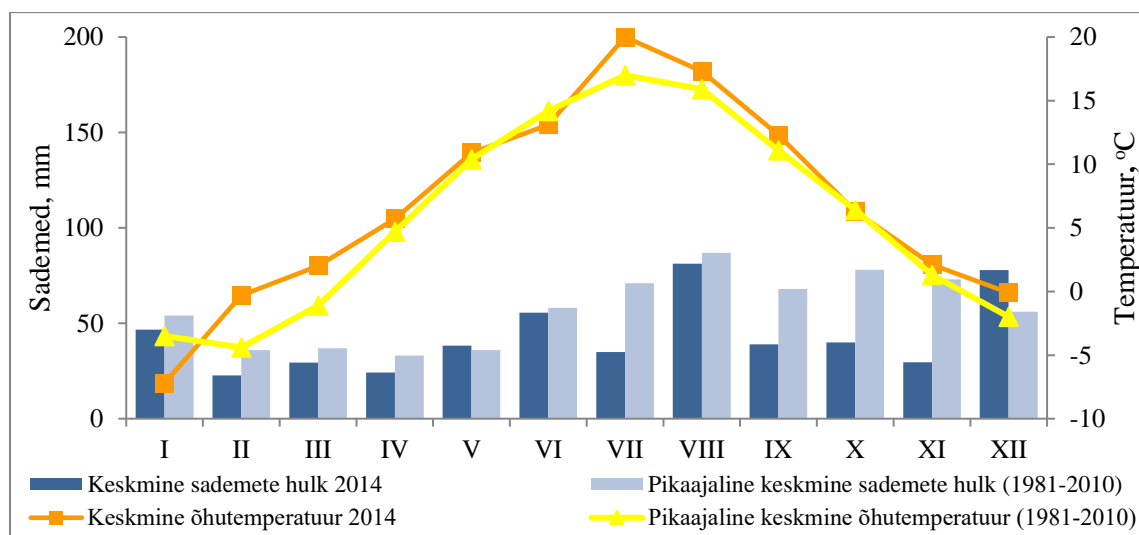


Joonis 8. 2013. aasta Lääne-Nigula MJ sademete hulk (mm) ja keskmine õhutemperatuur võrreldes pikaajalise keskmisega (Ilmateenistus 2017)

Septembris oli sademeid veidi vähem (28 mm) pikaajalisest keskmisest. Tänu sellele oli hea külvata, sest põllud ei olnud märjad. Sügis oli üldiselt soe ja sademeid tuli keskmisele sarnaselt. Talvekahjustusi veel taliviljadel ei kohanud.

3.4.4. 2014. aasta

2014.aasta jaanuaris oli 47 mm sademeid ja keskmine õhutemperatuur oli -7,1 kraadi, mis on 3,7 kraadi võrra madalam pikaajalisest keskmisest sademete hulgast (joonis 9). Sademeid oli piisavalt, et moodustuks lumikate, mis kaitses taimi külmakahjustuste eest. Veebruari keskmine õhutemperatuur (-0,2 °C) oli pikaajalisest keskmisest temperatuurist 4,1 kraadi võrra kõrgem. Ka märtsi kuu keskmine õhutemperatuur oli natuke pikaajalisest keskmisest õhutemperatuurist kõrgem. Sademeid oli 29 mm, mis on keskmisest 8 mm vähem, kuid see ei ole märgatav erinevus. Aprillis algas vegetatsiooniperiood, sest keskmine ööpäevane õhutemperatuur oli 5,8 kraadi. Sademeid oli vähem ja sai varakult harimistöid teostama hakata (Põllumajandussektori... 2015). Maikuus tuli sademeid rohkem, mis takistas harimistöid, aga oli soodne taimede kasvule. Õhutemperatuur oli poole kraadi võrra kõrgem keskmisest. Juunikuul oli taimede heale kasvule optimaalne, kuid juulis hakkas sademete vähesus (35 mm) ja keskmisest (17,1 °C) kõrgem õhutemperatuur (20,1 °C) taimede valmimist kiirendama. Augusti kuu sademete hulk sarnanes keskmisele ja viljakoristust see ei häirinud.

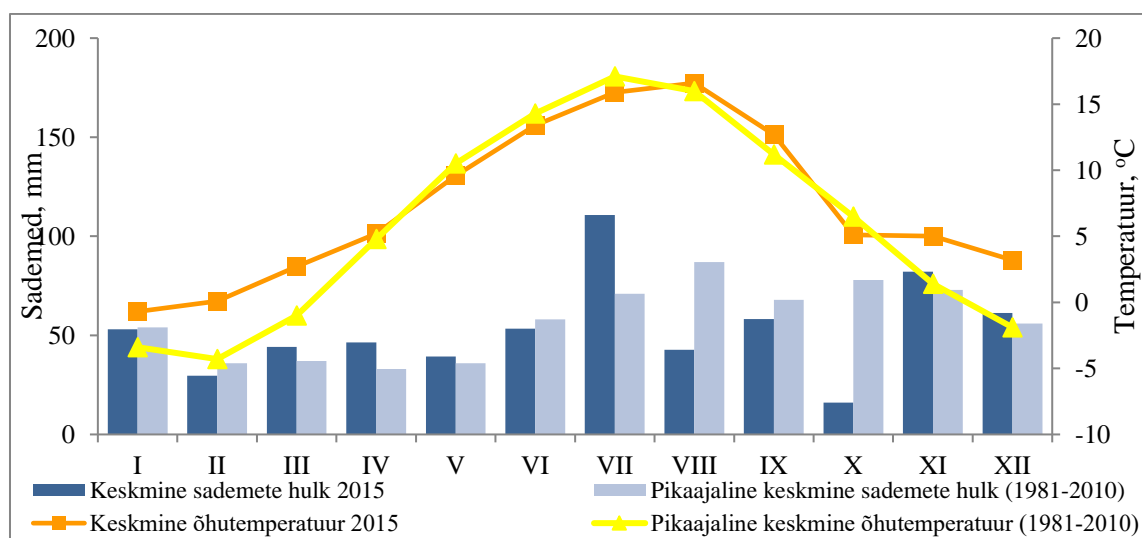


Joonis 9. 2014. aasta Lääne-Nigula MJ keskmine sademete hulk (mm) ja õhutemperatuur võrreldes pikaajalise keskmisega (Ilmateenistus 2017)

Sügis oli taliviljade kasvuks soodne. Sademeid tuli küll vähem kui tavaliselt, aga seemne arengu jaoks piisavalt. Taimed said detsembris peale lumikatte, mis hoidis neid tulevaste külmade eest kaitstuna.

3.4.5. 2015. aasta

2015. aasta talvekuud - jaanuar ja veebruar, osutusid 2015. aastal soojemateks kui on seda olnud pikaajaline keskmine (joonis 10). Jaanuaris siis vastavalt -0,7 kraadi (keskmine -3,4 °C) ja veebruaris 0,1 kraadi (keskmine -4,3 °C). Sademete hulk oli lähedane normile. Märtsikuu keskmine õhutemperatuur oli samuti normist kõrgem. Soe talv ei tekitanud taliviljadele külmakahjustusi (Põllumajandussektori... 2016). Aprillis oli keskmine õhutemperatuur 5,2 kraadi, mis on pikaajalisest keskmisest 0,4 kraadi soojem. Sademeid tuli 46 mm, mis on samuti keskmisest rohkem. Taliviljad said kevadel varakult kasvama hakata. Maikuu sarnanes nii temperatuurilt kui ka sademete poolest keskmisele. Juunis oli sademete hulk väiksem pikaajalisest keskmisest. Taliviljadele see kahju ei tekitanud, aga suviviljade vegetatiivse kasvu juures jäi sademeid puudu. Õhutemperatuur oli keskmisest natuke madalam. Samuti oli juuli temperatuurilt keskmisest madalam, aga sademeid tuli 40 mm rohkem. August oli üsna sademetevaene ja seega sobis see hästi teraviljakoristuseks.

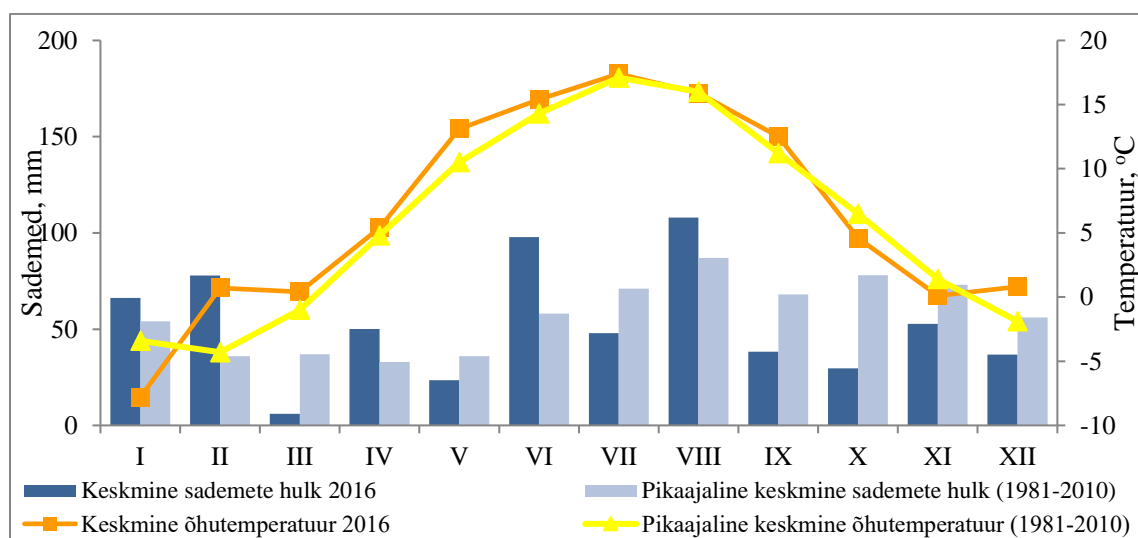


Joonis 10. 2015. aasta Lääne-Nigula MJ keskmine sademete hulk (mm) ja õhutemperatuur võrreldes pikaajalise keskmisega (Ilmateenistus 2017)

Talveks külvatud vili sai septembris kasvamiseks piisavalt sooja ja sademeid. Oktoobris oli õhutemperatuur tavapärasest 1,4 kraadi võrra madalam ja oli väga sademetevaene (16 mm). November ja detsember olid viljade edasi arenemiseks soodsad, sest olid tavapärasest soojemad.

3.4.6. 2016. aasta

2016. aasta jaanuaris oli keskmine õhutemperatuur -7,8 kraadi, mis on keskmisest 4,4 kraadi võrra madalam (joonis 11). Kuna eelneval aastal lumikatet peale ei tulnud, tekitas jaanuari kuu külm suuri külmakahjustusi taliviljadele (Põllumajandussektori... 2017). Veebruar oli tavapärasest soojem (0,7 °C) ja sajusem (78 mm). Märts oli aga sademetevaene (6 mm, pikaajaline keskmine 37 mm) ja seega ei olnud suuri veeloike põldudel. Aprillis tõusis keskmine õhutemperatuur 5,4 kraadini ja sademete summa oli 50 mm. Algas taimede vegetatsiooniperiood. Mai oli tavapärasest 2,6 kraadi võrra soojem ja sademete hulk oli madalam (24 mm). Suviteraviljad said hästi idanema, aga kasv jäi sademete puuduse tõttu aeglaseks. Juunikuu pikaajalisest keskmisest (58 mm) suuremad sademed (98 mm) parandasid viljade olukorda.



Joonis 11. 2016. aasta Lääne-Nigula MJ keskmine sademete hulk (mm) ja õhutemperatuur võrreldes pikaajalise keskmisega (Ilmateenistus 2017)

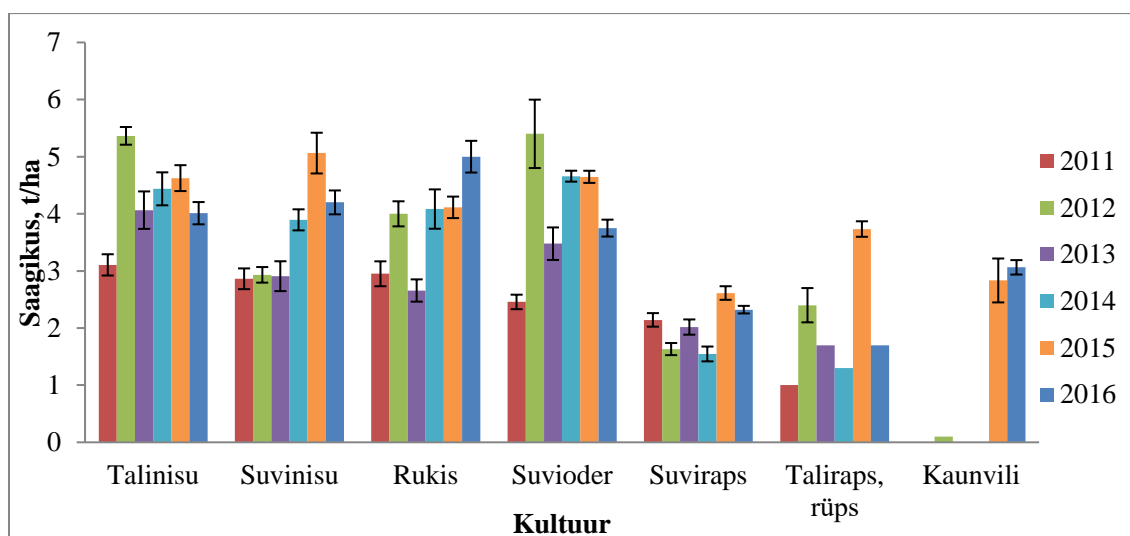
Juulis oli sademeid vähem (48 mm) pikaajalisest keskmisest (71 mm). Õhutemperatuur oli vaid 0,3 kraadi võrra kõrgem pikaajalisest keskmisest. Talivilja sai koristama hakata juba juuli lõpus. Suviviljade koristamisega tuli augustis raskusi, sest viljad olid valminud väga ebaühtlaselt ja suurte sademete (108 mm) tõttu oli raske koristama minna.

Külvatud taliviljad said septembris hästi kasvada. Oktoobri vähesed sajud ja keskmisest külmem temperatuur peatasid taimede kasvu. Novembris tuli lumikate peale. Detsembriks oli lumi sulanud ja keskmine õhutemperatuur oli 1,1 kraadi võrra kõrgem (0,8 °C).

3.5. Ettevõttes kasvatatud kultuuride keskmised saagikused

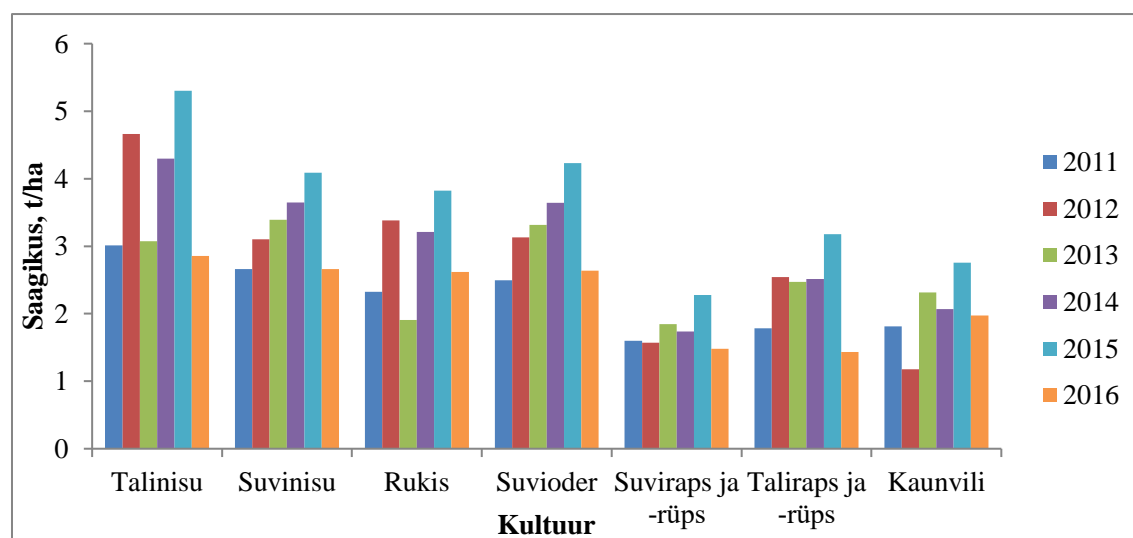
Ettevõtte saagid on olnud 2011.-2016. aastate jooksul varieeruvad.

Talinisu saak on jäänud üldiselt alla 5 t/ha (joonis 12). Kõige väiksema talinisu saagiga aasta oli 2011, mil keskmiseks saagiks kujunes 3,11 t/ha. Antud aastal anti järgnevate aastatega võrreldes talinisuale lämmastikväetist kõige vähem.



Joonis 12. Reinu-Einari OÜ taimekasvatussaaduste saagikused aastatel 2011-2016 (veapiirid tähendavad \pm standardviga)

2012. aastal on talinisu keskmiseks saagiks kujunenud 5,36 t/ha. Jahe kevad ja suvi olid teraviljakasvuks soodsad (Põllumajandussektori... 2013). Juulis sadas tavapärasest rohkem, mis põhjustas nisu kvaliteedilangust, kuna suured sajud mõjuvad negatiivselt langemisarvule (Dencic *et al.* 2013). Madala langemisarvu tõttu halveneb nisujahu säilivus ja langeb küpsetiste kvaliteet (Derera 1989 ref Mares, Mrva 2008). Halva kvaliteedi tõttu läks ka kogu saak loomasöödaks. 2013. aastal oli talinisu keskmine saak rohkem kui tonni võrra väiksem 2012. aasta keskmisest saagist. Talvekuudel pikalt peal olnud lumikate soosis seenhaiguste levikut, mille tõttu paljud taimed hukkusid. Taimekasvuperiood jäi lühikeseks, sest vegetatsiooniperiood algas tavapärasest hiljem aprillikuu keskmiselt madalamate temperatuuride tõttu ja kõrgete temperatuuridega juuni-juuli tekitas teraviljadele nn hädavalvimise (Põllumajandussektori... 2014). Kõrgete temperatuuridega valmivad seemned kiiresti ja jäävad väikseks, kuid proteiini sisaldus seemnes tõuseb (Smith, Gooding 1999) ja eelkõige mõjutavad kõrged temperatuurid jahus olevat proteiinisaldust positiivselt (Dupont *et al.* 2006). 2015.aastal oli Eesti keskmine talinisu saagikus 5,30 t/ha (Statistikaamet 2017), mis on antud ettevõtte saagikusest 680 kg/ha rohkem (joonis 13). Teistel aastatel olid ettevõtte saagid võrreldes Eesti keskmistega enam-vähem võrdsed või suuremad.



Joonis 13. Erinevate kultuuride Eesti keskmised saagikused aastatel 2011-2016 (Statistikaamet 2017)

Suvinisu keskmised saagid olid 2011-2013 stabiilselt alla 3 t/ha (joonis 12). 2014. aastal oli keskmine saak alla 4 t/ha ja 2015. aastal 5 t/ha juures. Suvinisu väetamises ei ole aastati suuri muudatusi olnud. Rohkem on saake mõjutanud ilmastikuolud. Keskmisest suuremate saakide

saamisele on aidanud kaasa ka sordiaretusest saadud paremate omadustega suvinisu sordid. 2016. aastal jäi suvinisu keskmine saak 4 t/ha piiridesse. Antud aastal oli terve maikuu ja juunikuu alguses põud, mis ei lasknud taimedel korralikult kasvada. Eesti keskmisest suvinisu saagikusest on ettevõttel olnud kõrgemad saagid aastatel 2011 ja 2014-2016 (joonis 13). 2016. aastal oli suvinisu keskmine saak Eesti keskmisest 1,5 tonni võrra hektarilt suurem.

2011. ja 2013. aastal jäid rukki saagid alla 3 t/ha (joonis 12). Nii nagu talinisulgi, oli ka rukkil 2012. aasta ilmastikult soodne kasvuaasta, mil saadi ettevõttes keskmiseks saagiks 4 t/ha. Järgneval kolmel aastal panustati rukki väetamisele rohkem ja selle mõju avaldus ka saaginumbrites. 2014. ja 2015. aastal kujunes rukki keskmiseks saagiks 4 t/ha. Kõige parem saak saavutati 2016. aastal, mil saadi keskmiseks saagiks 5 t/ha. Ettevõtte keskmised rukki saagid on olnud Eesti keskmistest saakidest kõigil kuuel aastal kõrgemad (joonis 13). Kõige suurem erinevus oli 2016. aastal, mil ettevõtte keskmine saagikus oli kahe tonni võrra kõrgem Eesti keskmisest saagikusest. Põhjust, miks ettevõtte rukki saak üldiselt kehval taimekasvu aastal kõrgem oli, ei oska välja tuua.

Suviodral oli kõige madalam saagikus aastal 2011, mis oli 2,45 t/ha (joonis 12). Antud aastal anti ka tavalisest vähem väetisi. Järgneval aastal oli aga viimase kuue aasta kõige kõrgem saak, 5,4 t/ha. Antud aastal kasvatati otra ainult neljal põllul ja kõigil kasutati lisaks mineraalväetistele veel orgaanilist väetist, mis võis olla tavalisest kõrgemate saakide põhjuseks. On leitud, et kui kasutada orgaanilisi ja mineraalseid väetisi koos, on odra saagikus kõrgem kui ainult mineraalsete väetistega (Astover *et al.* 2009). 2013. aastal jäi keskmine saak 3,5 t/ha juurde. 2014. ja 2015. aastal oli ettevõtte keskmine odrasaak sarnane (4,66 ja 4,65 t/ha). Kuigi Eesti keskmine odrasaak 2015. aastal tõusis 590 kg võrra. 2016. aastal oli ettevõtte saagikus 3,75 t/ha. Põhjuseks võib tuua antud aasta maikuu põua, mis mõjutas eelkõige varajast otra. Varajane oder ei loonud korralikult võrseid ja valmis liialt vara. Hiljem tulid hilisvõrsed, aga saaki see oluliselt ei suurendanud, sest valmimine oli ebaühtlane. Eesti keskmisest suviodra saagikusest erinesid kõige rohkem aastad 2012 ja 2016. 2012. aasta oli ettevõtte keskmine saak üle 2 t/ha ja 2016. aastal üle 1 t/ha suurem.

Ettevõtte suvirapsi ja -rüpsi keskmine saak on olnud alla 3 t/ha (joonis 12). Alla 2 t/ha jäi saagikus aastatel 2012 ja 2014. Ilmselt mõjutas 2012. aasta saaki juulikuu sademete küllus, mis lõhkus rapsi kõtru lahti. 2014. aastal kasutati väetistest enamjaolt ainult orgaanilist väetist (kanasõnnik 6 t/ha), kus lämmastikku said taimed 28 kg/ha, mis jääb kõrge saagi loomiseks väheks. Kõige kõrgem keskmine saak saadi 2015. aastal, mis oli 2,61 t/ha. Eesti keskmistest

suvirapsi saakidest on ettevõttel olnud saagid üldiselt kõrgemad (joonis 13). Ainult aastal 2014 jäi ettevõtte saak Eesti keskmisest 180 kg/ha madalamaks.

Kultuuridest kõige madalamat saaki on ettevõttes andnud taliraps ja -rüps (joonis 12). Kui muidu on talirapsi saagikus jäänud alla 2 t/ha, siis 2012. aastal oli see 2,4 t/ha ja 2015. aastal oli 3,7 t/ha. Võimalik, et talirapsi saak oleks 2012. aastal isegi suurem olnud, kui poleks olnud juulikuu keskmiselt suuremaid sademeid, mis tõenäoliselt lõhkusid kõtru. 2015. aasta oli talirapsi kasvatamiseks väga soodne aasta, mida näitab ka Eesti keskmine, mis oli kuue aasta kõige kõrgem (3,18 t/ha) (joonis 13). 2016. aastal kujunes ettevõtte keskmiseks talirapsi saagiks 1,7 t/ha. Antud aastal tuli enamus talirapsi põlde kevadel ümber külvata, kuna talvekülmad olid taimi laiaulatuslikult kahjustanud. Eesti keskmisest saagikusest on ettevõttel olnud kõrgemad saagid ainult 2015. ja 2016. aastal. Ettevõttel tuleks talirapsi kasvatamisel panustada rohkem sügisesele taimekaitsele, et taimed võimalikest talvekahjustustest pääseks.

Ettevõtte on kasvanud kaunvilju mõnedel aastatel (joonis 12). Põldhernest kasvatati 2012. aastal, kuid saak jäi väga madalaks (0,1 t/ha). Kui vaadelda Eesti keskmisi kaunvilja saake, siis on näha, et 2012. aasta oli tavapärasest madalamate saakide aasta (joonis 13). Suured sajud juulikuus lõhkusid ja lamandasid taimi, mille tõttu oli raske saaki koristada. Samuti läks seeme kaunas mädanema ja idanema, mistõttu paljud ettevõtjad kündsid oma saagi mulda. (Põllumajandussektori... 2013). Alates 2015. aastast hakkas ettevõtte kasvatama põlduba. Esimesel aastal kujunes keskmiseks saagiks 2,8 t/ha ja järgneval, 2016. aastal, 3 t/ha. Eesti keskmisele saagile sarnanes 2015. aasta saak. 2016. aasta kaunvilja saak oli Eesti keskmisest tonni võrra kõrgem (joonis 13).

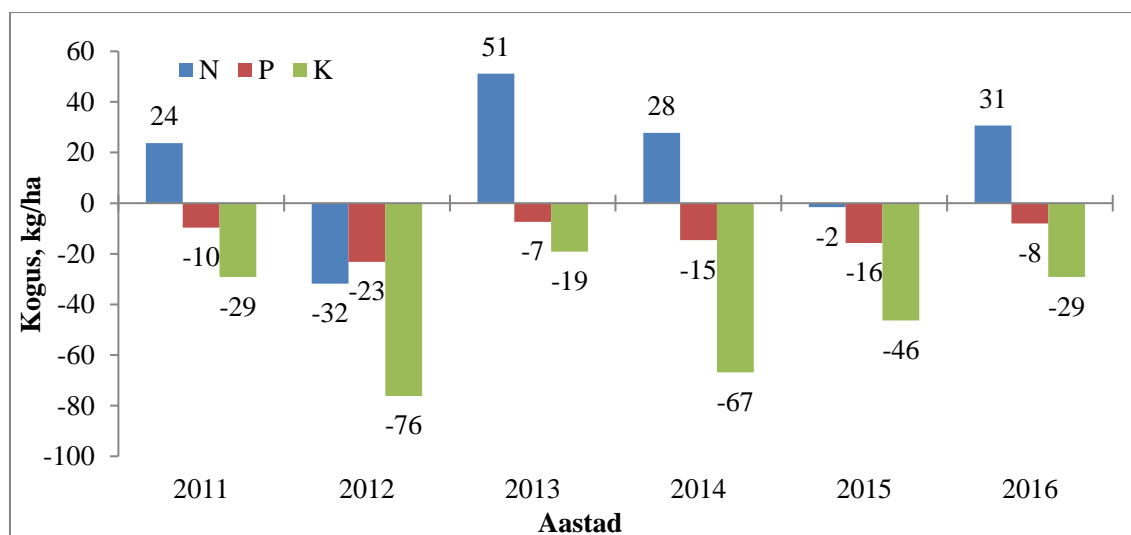
Ettevõtte kõige parem talinisu ja suviadra saagiaasta oli 2012. Suvinisu oli kõige kõrgema saagiga 2015. aastal ja rukki kõige kõrgem saak kujunes 2016. aastal. Eesti kõige paremad teravilja saagiaastad olid 2012 ja 2015, mis oli ettevõtte parimate aastatega sarnane. Suviraps, -rüps ja taliraps, -rüps olid nii kogu Eestis kui ka ettevõttes kõige paremate saakidega 2015. aastal. Samuti oli Eesti keskmine saak kaunviljadel kõige kõrgem 2015. aastal. Reinu-Einari OÜ-l oli 2016. aasta kaunviljade saak kõrgem 2015. aasta saagist. Kõige kehvem saak oli kaunviljadel 2012. aastal. Kuid üldiselt olid madalamate teraviljasaakidega aastad 2011, 2013 ja 2016.

3.6. Ettevõttes kasvatavate kultuuride põhitoitelementide üldbilanss

Mullaviljakus võib väheneda, kui taimetoitainete bilanss ei ole tasakaalus st. kui saagiga eemaldatakse mullast rohkem taimetoiteelemente, kui väetistega mulda tagasi antakse. Efektiivse toiteelementide majandamise eesmärk on anda taimele piisavalt vajalikke toitaineid kindla saagi loomiseks, et toitainete kadu keskkonnast oleks minimaalne (Roberts 2014).

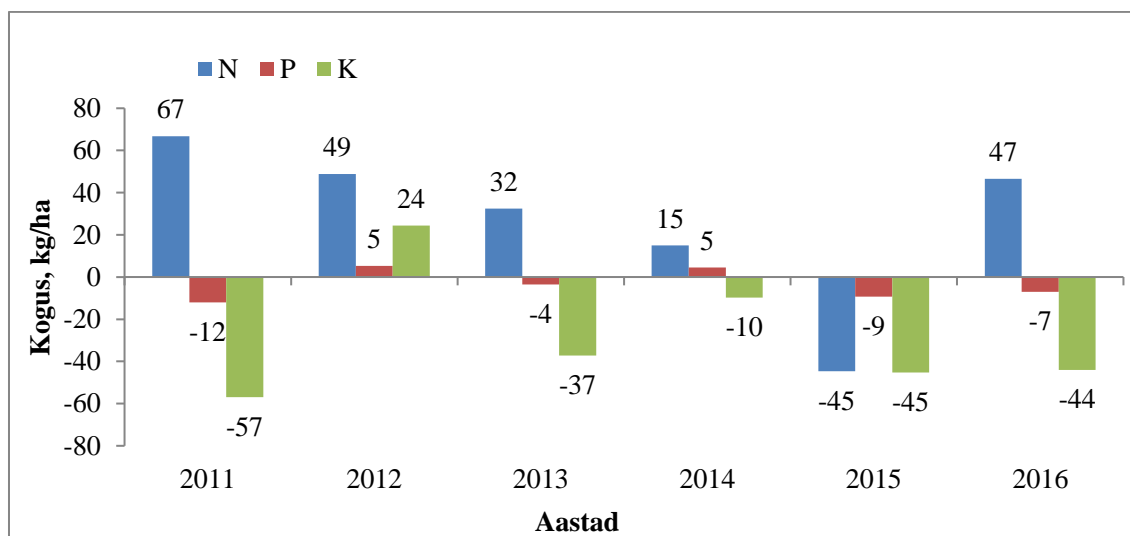
Põhitoiteelementide üldbilanss on koostatud saagiga mulda viidud toitainete ja saagiga mullast eemaldatud toitainete vahena. Andmed, kui palju ühe tonni saagiga eemaldatakse kindla kultuuriga toitaineid mullast, saadi „Taimede toitumise ja väetamise käsiraamatust“.

Ettevõttes kasvatatud talinisu lämmastikutarve on neljal aastal kuuest kaetud (joonis 14). 2012. aastal jäi lämmastikku puudu 32 kg/ha ja 2015. aastal 2 kg/ha. Nii fosfori kui ka kaaliumi bilanss on olnud negatiivne. Kõige rohkem anti fosforit ja kaaliumit 2013. aastal, mil saagiga mullast eemaldatud fosforist jäi antud fosforist puudu 7 kg/ha ja kaaliumist 19 kg/ha. 2012. aastal oli lisaks lämmastikule ka fosfori (-23 kg/ha) ja kaaliumi suur puudus (-76 kg/ha).



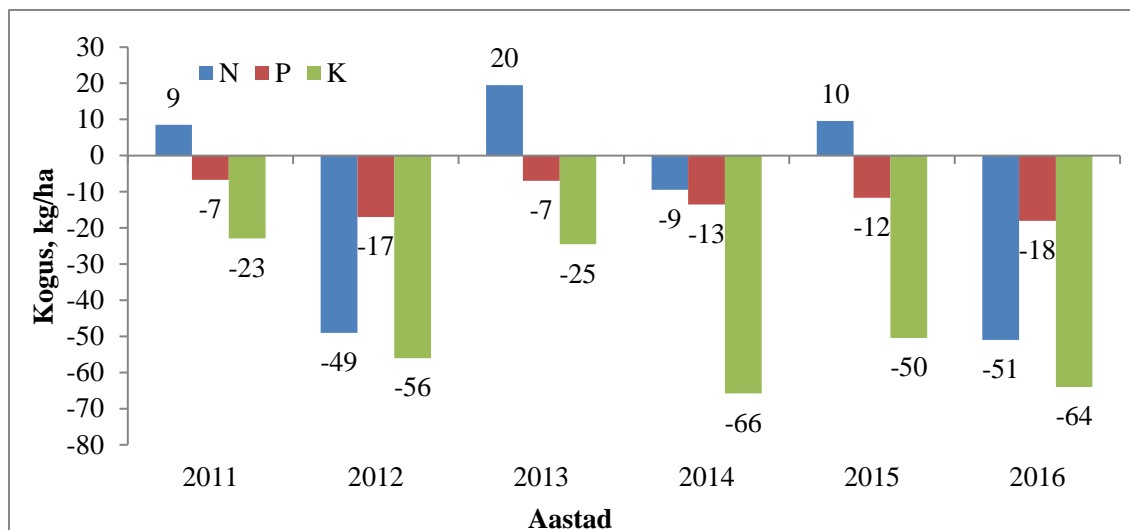
Joonis 14 Reinu-Einari OÜ Talinisu NPK üldbilanss aastatel 2011-2016

Suvinisu on saanud üldiselt lämmastikku rohkem kui saagiga eemaldati (joonis 15). Ainult 2015. aastal, mis oli ilmastiku poolest soodne aasta ja saak oli suur, jäi lämmastikku puudu 45 kg/ha. Fosforibilanss oli positiivne aastatel 2012 ja 2014, mil mullast saagiga eemaldatud fosforist anti 5 kg/ha rohkem. Teistel aastatel on fosforit puudu jäänud. Kaaliumit anti ainult 2012. aastal rohkem (24 kg/ha), kui mullast saagiga eemaldati. Teistel aastatel on kaaliumi üldbilanss negatiivne.



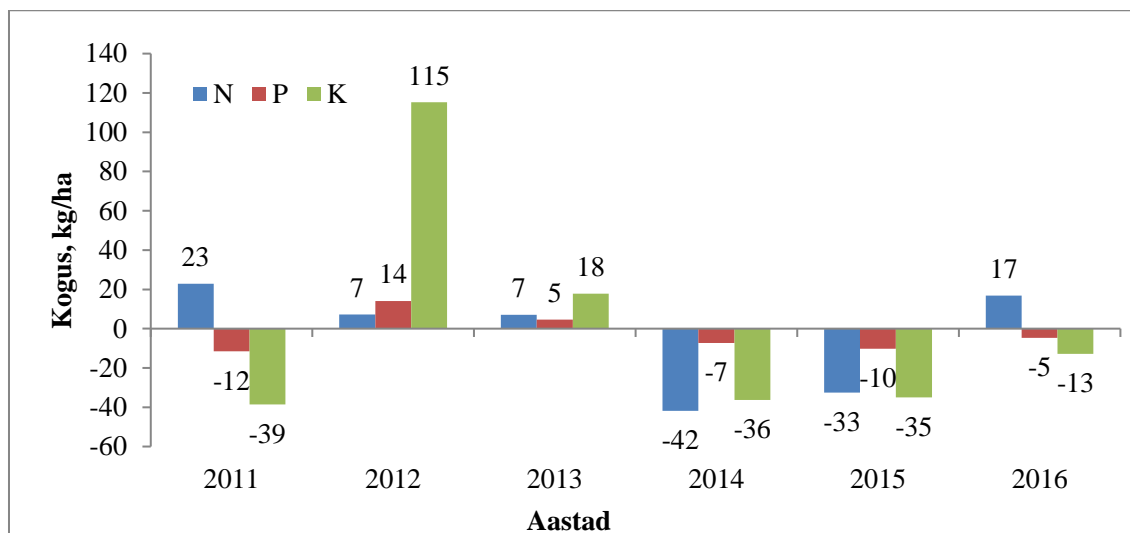
Joonis 15. Reinu-Einari OÜ suvinisu NPK üldbilanss aastatel 2011-2016

Rukki põhitoitainete üldbilanss ettevõttes on olnud aastati negatiivne (joonis 16). See tähendab, et saagiga eemaldati mullast rohkem toitaineid kui väetistega mulda anti. Lämmastikku sai rohkem ainult kolmel aastal kui saagiga eemaldati: 2011. aastal 9 kg/ha, 2013. aastal 20 kg/ha ja 2015. aastal 10 kg/ha. 2016. aastal andis rukis tavapärasest suuremat saaki (5 t/ha), millepärast oli NPK bilanss negatiivne. 2012. aastal anti tavapärasest vähem väetisi, mille tõttu ei saanud saagiga mullast eemaldatud toitained kaetud.



Joonis 16. Reinu-Einari OÜ rukki NPK üldbilanss aastatel 2011-2016

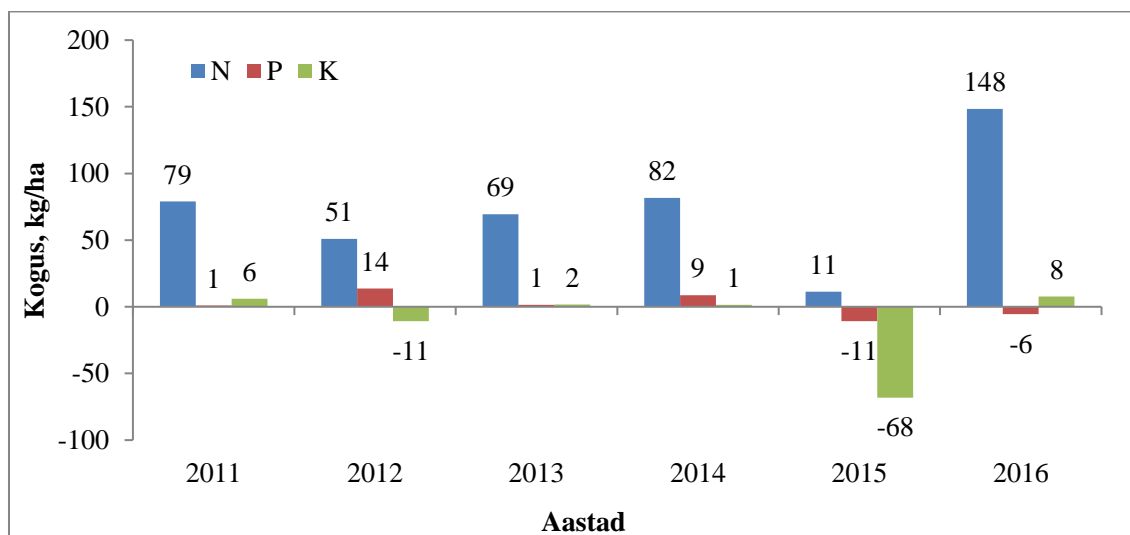
2011. ja 2016 oli suviadra lämmastiku kogus kaetud, aga fosforit ja kaaliumit jäi puudu (joonis 17). Kõikide põhitoiteelementide puudus oli aastatel 2014 ja 2015, mis olid oma saagikuselt (vastavalt 4,66 t/ha ja 4,65 t/ha) ja väetistega mulda viidud toitainete koguselt sarnased aastad. 2012. ja 2013. aastal sai kõiki kolme elementi (NPK) rohkem mulda viidud, kui saagiga mullast eemaldati. Kuid 2012. aastal anti kaaliumit koguni 115 kg/ha rohkem.



Joonis 17. Reinu-Einari OÜ suviadra NPK üldbilanss aastatel 2011-2016

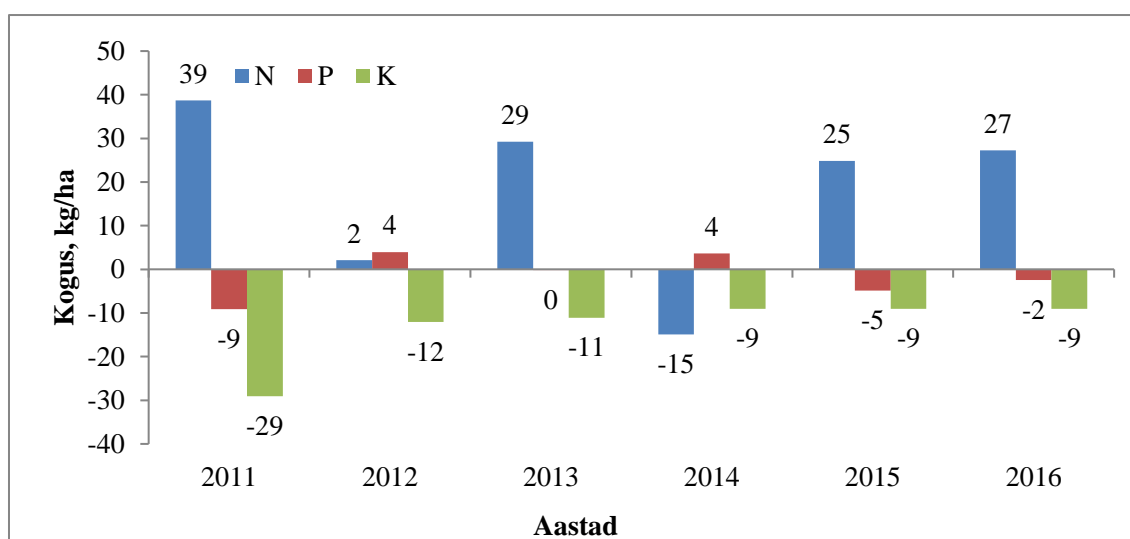
Talirapsi põhitoitainetega varustatavus on olnud üldiselt bilansis (joonis 18). See tuleneb madalast saagikusest, mille tõttu on mulda viidud väetiste kogus suutnud tagada saagiga

mullast eemaldatud toitained. Kuue aasta kõige suurem saak kujunes 2015. aastal, mil keskmine saagikus oli 3,73 t/ha. Sel aastal ei katnud väetistega mulda viidud fosfor ja kaalium ära saagiga mullast eemaldatud fosforit ja kaaliumit. Mulda viidud lämmastiku kogus on olnud 2011.-2016. aastatel suurem kui saagiga mullast eemaldatud kogus.



Joonis 18. Reinu-Einari OÜ talirapsi NPK üldbilanss aastatel 2011-2016

Suvirapsi lämmastiku bilanss oli tasakaalus 2012. aastal (joonis 19). 2014. aastal jäi 14 kg/ha tasakaalust puudu. Teistel aastatel on väetatud lämmastikuga rohkem kui saagiga eemaldatud.



Joonis 19. Reinu-Einari OÜ suvirapsi NPK üldbilanss aastatel 2011-2016

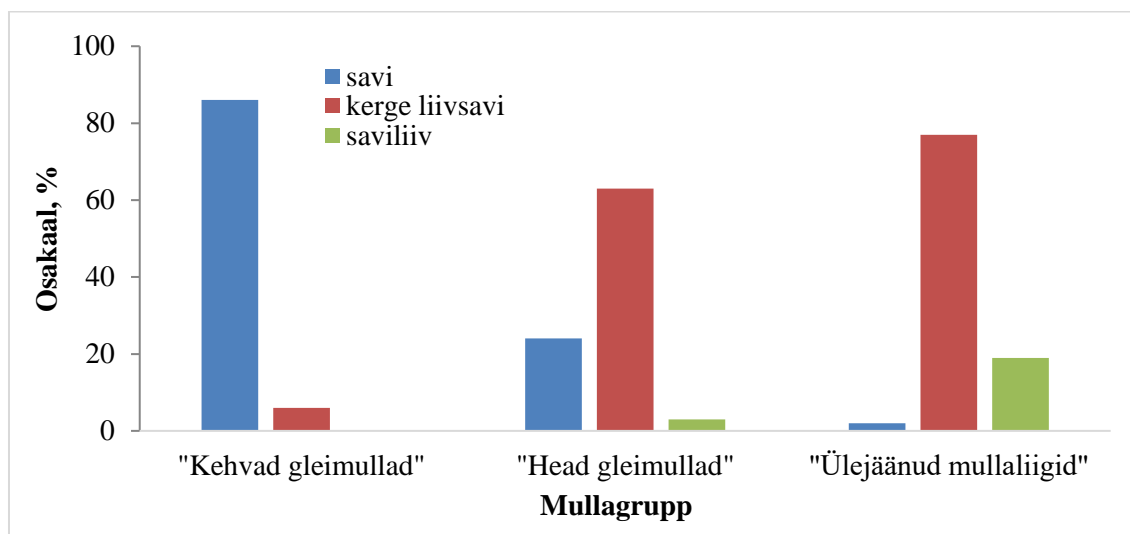
Fosfor on suvirapsil bilansis olnud aastatel 2012-2014. 2011. aastal jäi puudu 9 kg/ha, 2015. aastal 5 kg/ha ja 2016. aastal ainult 2 kg/ha. Kaaliumi bilanss on olnud kõigil kuuel aastal negatiivne. Kõige vähem oli kaaliumit puudu viimasel kolmel aastal, mil oleks pidanud väetama 9 kg/ha rohkem kaaliumit.

3.7. Ettevõttes kasvatavate kultuuride saagikused sõltuvalt muldade liigitamisest

Selgitamaks välja ettevõtte maafondis olevate gleimuldade erinevat mõju produktiivsusele, jagati maafond kolmeks grupiks. Esimese grupi moodustasid ettevõttejuhi poolt kehvadeks hinnatud põllud („kehvad gleimullad“) (29 põldu, 344,7 ha), ülejäänud gleimullad moodustasid grupi „head gleimullad“ (20 põldu, 340,5 ha). Kõik teised mullaliigid moodustasid grupi „ülejäänud mullaliigid“ (95 põldu, 1062,9 ha).

3.7.1. Mullagruppide põllumuldade lõimiseline jaotus

Lõimiseid uurides selgus, et „kehvad gleimullad“ on peamiselt savi lõimisega (86%) (joonis 20). Savi on märjalt väga tugevalt kleepuv, mistõttu on antud lõimisega muldi suurema niiskuse korral raske harida (Astover *et al.* 2012). Üldjuhul on savilõimistega põllud ettevõttes viimased, mida haritakse.



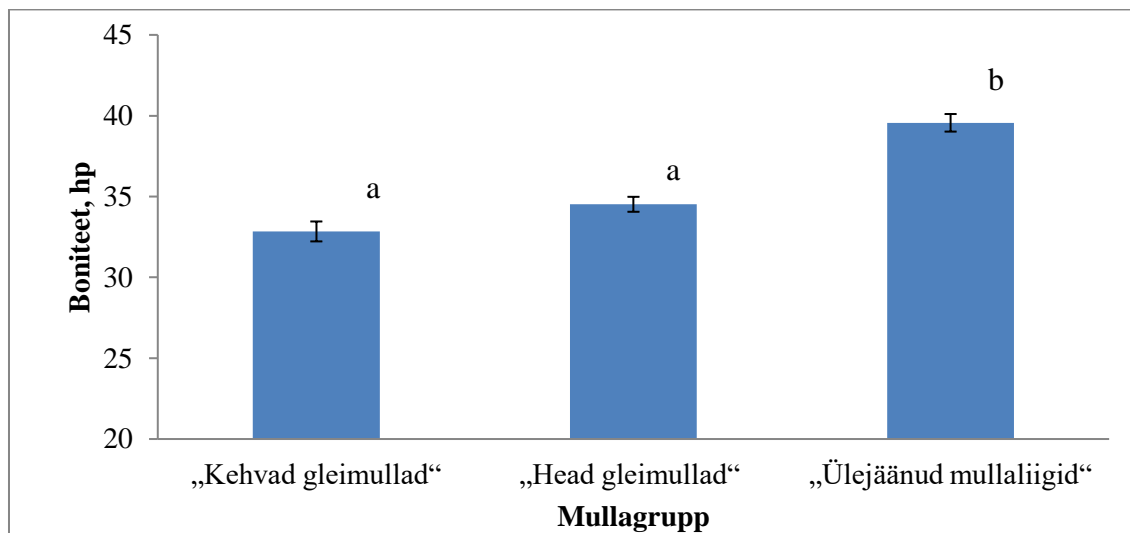
Joonis 20. Mullagruppide põllumuldade peamiste lõimiste jaotus (%)

Vähesemal määral leidub „kehvades gleimuldades“ kerge liivsaviga muldi (6%) ja muude lõimistega muldi. „Heade gleimuldade“ lõimiseks on peamiselt kerge liivsavi (63%), kuid esineb ka savilõimisega muldi, mida on 24%. Keskmise raskusega muldadel (kerged ja keskmised liivsavid) on hea veeläbilaskvus, veekinnipidamisvõime aga ka hea õhustatus, mistõttu nimetatakse sellise lõimisega muldi parima viljakusega muldadeks (Haller 1984). Kõige vähem esineb savi lõimisega muldi „ülejäänutel mullaliikidel“, mis moodustub nende muldade kogu lõimiselisest jaotusest 2%. Kõige enam esineb „ülejäänutel mullaliikidel“ kerget liivsavi (77%) ja vähem saviliiva (19%).

3.7.2. Mullagruppide põllumuldade boniteet

Mullagruppide „kehvade gleimuldade“ ja „heade gleimuldade“ boniteedi vahe on väiksem kui antud gruppide vahe „ülejäänud mullaliikidega“ (joonis 21). Nimelt on „kehvade gleimuldade“ keskmine boniteet 33 hp ja „heade gleimuldade“ keskmine boniteet 35 hp ja usutavat erinevust ($p > 0,05$) gleimuldade gruppide vahel ei esinenud.

Küll aga on usutavalt erinev ($p < 0,05$) gleimuldadest „ülejäanud mullaliikide“ keskmine boniteet, milleks on 40 hp. Seega võib öelda, et „ülejäanud mullaliigid“ on viljakamad mullad, kui „kehvad gleimullad“ ning „head gleimullad“. Kuid boniteedilt kuuluvad kõik mullagrupid VII kvaliteediklassi ehk harimiseks on nad halvad maad.

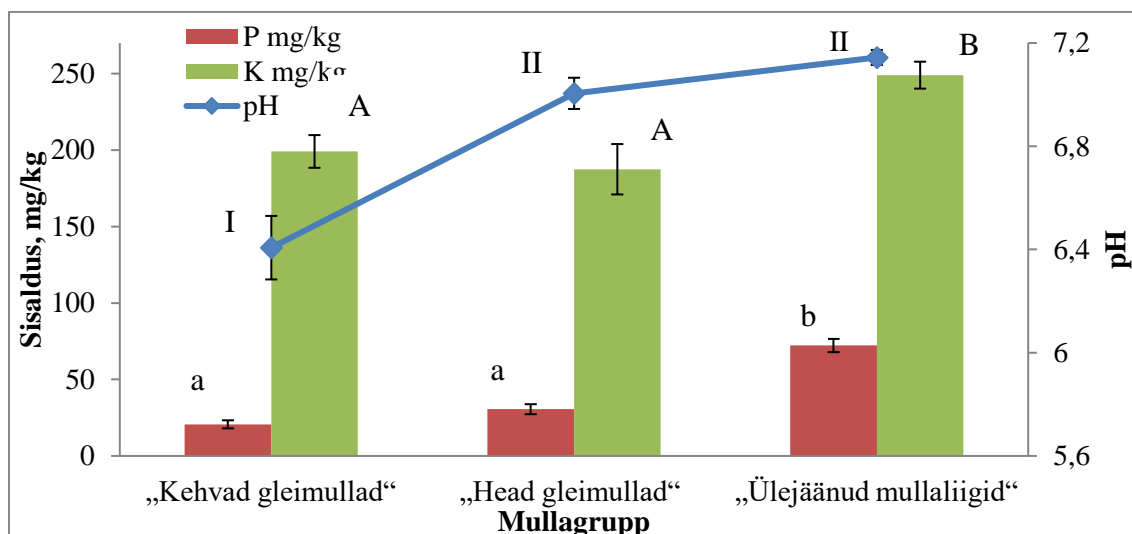


Joonis 21. Mullagruppide põllumuldade keskmine boniteet (hp) (veapiirid tähendavad \pm standardviga); erinevad väikesed tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust ($p < 0,05$)

Kuid täpsemat ülevaadet tehes selgus, et „kehvade gleimuldade“ ja „head gleimuldade“ kõikide põllumuldade boniteetid jäävad VII-VIII klassi, aga „ülejäanud mullaliikidel“ on enamus põlde (59%) V-VI klassis, ehk nad on haritavuselt keskmised maad.

3.7.3. Mullagruppide põllumuldade väetustarve ning reaktsioon

Väetustarve analüüsimisel selgus, et suure ning väga suure fosforitarbega on „kehvad gleimullad“ ning „head gleimullad“, nende keskmine fosforisisaldus jääb vastavalt 20 mg/kg ja 30 mg/kg juurde ja nad ei erine üksteisest usutavalt ($p > 0,05$). (joonis 22). „Ülejäänud mullaliikide“ fosforisisaldus on keskmiselt 80 mg/kg ja muldade fosforitarve on peamiselt keskmine või väike ning teistest mullagruppidest on fosforisisaldus usutavalt erinev ($p < 0,05$).



Joonis 22. Mullagruppide põllumuldade P ja K sisaldused ning pH (veapiirid tähendavad \pm standardviga); erinevad väikesed tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust P sisalduste vahel; erinevad suured tähed näitavad statistiliselt usutavat erinevust K sisalduste vahel; erinevad rooma numbrid näitavad statistiliselt usutavat erinevust pH vahel ($p < 0,05$)

Kaaliumitarve on „kehvades gleimuldades“ peamiselt keskmine või väga väike (joonis 22). „Heades gleimuldades“ samuti keskmine või väike ning „ülejäänud mullaliikides“ on kaaliumitarve väike või väga väike. Ka kaaliumisisaldus on „ülejäänud mullaliikidel“ usutavalt erinev ($p < 0,05$) teistest mullagruppidest, kuid kõikides mullagruppides on kaaliumisisaldus piisav põllukultuuride kasvatamiseks.

Antud mullagruppide põllumuldadest kõige madalama keskmise reaktsiooniga on „kehvad gleimullad“, mille pH on keskmiselt 6,4, mis on nõrgalt happeline (joonis 22). „Heade gleimuldade“ keskmine reaktsioon on neutraalne (pH 7). Samuti on „ülejäänud mullaliikide“ keskmine reaktsioon on neutraalne (pH 7,1). „Kehvade gleimuldade“ pH on usutavalt erinev ($p < 0,05$) „heade gleimuldade“ ja „ülejäänud mullaliikide“ pH-st.

Kuna „kehvad gleimullad“ on savilõimisega ja nende pH on 6,4, siis nendes muldades on fosfori lahustuvus minimaalne (Gustafsson *et al.* 2012).

3.7.4. Mullagruppide maaparandussüsteemide olemasolu

Kuivendamata gleistunud ja gleimullad on taimekasvatuseks liigniisked. Neil põldudel soojeneb ja taheneb muld kevadeti hilja. Kasvuperioodil tõuseb vesi mõnes kohas kuni maapinnani, mis halvendab juurtele vajalikku õhustatust. Pinnase kandevõime on põllutöömasinatele ebapiisav. Kuivendamata või nõrgalt kuivendatud gleimullal võib üks kord kümne aasta jooksul enamus võimalikust saagist liigniiskuse pärast saamata jääda (Kask 1999).

Kuna antud ettevõtte mullad on ülekaalukalt gleimullad või gleistunud mullad, siis väga oluline on liigniiskuse vältimiseks kuivendussüsteemide olemasolu. Sellepärast uuriti Pria avalikust veebikaardist, millistel ja kui paljudel ettevõtte põldudel maaparandussüsteemid esinevad.

Selgus, et „kehvadel gleimuldadel“ on 345 hektarist maaparandussüsteeme olemas 308 hektaril ja puudu on 35 hektaril (Tabel 2). Seega on 29-st põllust kaheksa põldu hetkeseisuga kuivendamata. „Heade gleimuldade“ olukord on parem, sest enamus põldudel on maaparandussüsteemid olemas.

Tabel 2. Mullagruppide maaparandussüsteemide olemasolu, hektarid, sulgudes põldude arv

Mullad	Pindala, ha	Olemas	Osaliselt	Puudu
„Kehvad gleimullad“	344,68	308,54 (20)	0,48 (1)	35,66 (8)
„Head gleimullad“	340,5	317,81 (17)	12,28 (1)	9,4 (2)
„Ülejäänud mullaliigid“	1062,92	353,03 (26)	87,7 (5)	625,2 (64)

Kõige vähem on maaparandussüsteeme protsentuaalselt „ülejäänud mullaliikidel“. 1063 hektarist on olemas 353 hektaril. Osaliselt on maaparandussüsteeme tehtud 87 ha ja puudu 625 ha ehk 67% „ülejäänud mullaliikide“ põldudest. Uurides mullaliike selgus, et enamus põlde „ülejäänud mullaliikides“, kus pole maaparandussüsteeme tehtud, on sademetevaestel perioodidel põuakartlikud (rähkmullad, koreserikkad rähkmullad). Põllud, kus on maaparandussüsteemid olemas, on peamiselt gleistumistunnustega või gleimuldadega segamini.

Ettevõttel tasuks gleimuldadega põldudel üle vaadata ja uuendada olemasolevaid kuivendussüsteeme, sest maaparandussüsteemide elueaks loetakse 25-30 aastat, milletõttu võivad mõned rajatised olla amortiseerunud (Roostalu 2008).

3.7.5. Mullagruppide erinevate kultuuride saagikused aastatel 2011-2016

„Kehvade gleimuldade“ produktiivsuse iseloomustamiseks võrreldi mullagruppide erinevate kultuuride saagikuste andmeid. Leiti, et kõige rohkem on „kehvadel muldadel“ kasvatatud suvinisu – aastate 2011-2016 jooksul kokku 37 põllul (397,7 ha) (tabel 3). Talinisu kasvatati 24 põllul (329,3 ha) kuue aasta jooksul. Kõige vähem kasvatati suviotra (5 põllul) ja rukist (2 põllul).

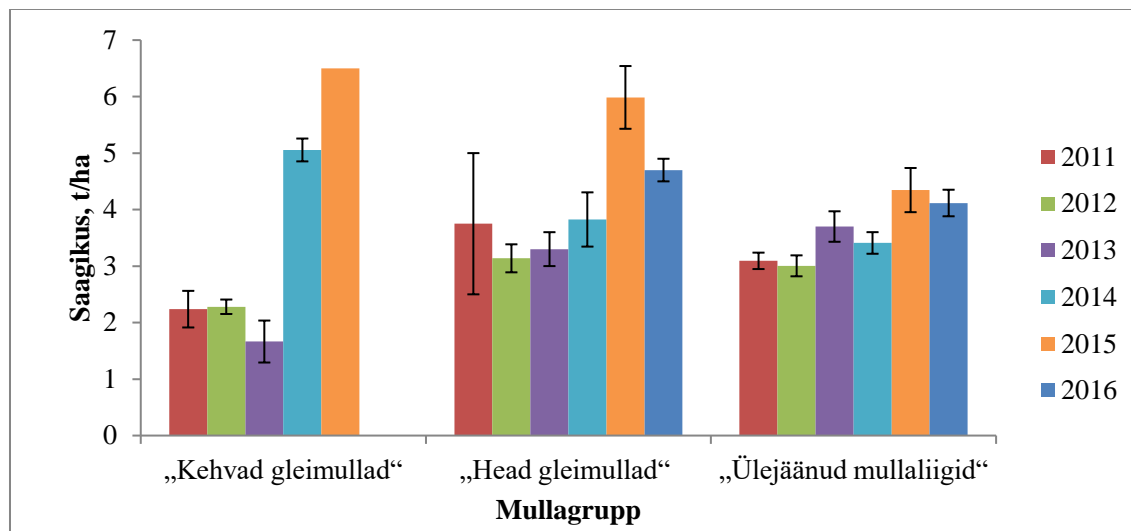
„Headel gleimuldadel“ kasvatati samuti kõige rohkem suvinisu tuginedes põldude arvule (25 põldu). Hektarites kasvatati kõige rohkem suvirapsi (349 ha). Nii nagu „kehvadel gleimuldadel“ kasvatati ka „headel gleimuldadel“ kuue aasta jooksul kõige vähem rukist (9 põllul, 108 ha). Kui rukis on leplikum kergete ja kuivemate muldade suhtes, siis talinisu eelistab raskemaid muldi nagu raske liivsavi ja savi (Kask 1999).

Tabel 3. Kasvatatud kultuuride põldude arv 2011.-2016. aastatel kokku erinevatel mullagruppidel (sulgudes on märgitus vastavate põldude pindalad kokku, ha)

Mullagrupp	Suvinisu	Talinisu	Suviraps	Suviuder	Rukis
„Kehvad gleimullad“	37 (397,7)	24 (329,3)	13 (362,3)	5 (147,4)	2 (23,5)
„Head gleimullad“	25 (289,4)	15 (308,6)	22 (349,3)	20 (298,5)	9 (107,8)
„Ülejäänud mullaliigid“	101 (966,5)	75 (1047,4)	87 (897,7)	61 (616,7)	49 (619,8)

Kuna talirapsi, talirüpsi ja kaunviljasid on kasvatatud minimaalselt ja peamiselt ainult „ülejäanud mullaliikidel“, siis erinevate mullagruppide kultuuride saagikuste võrdlusesse neid ei lisatud.

Aastatel 2011-2013 jäi suvinisu saagikus „kehvadel gleimuldadel“ madalamaks võrreldes „heade gleimuldade ja „ülejäänud mullaliikidega (joonis 23).



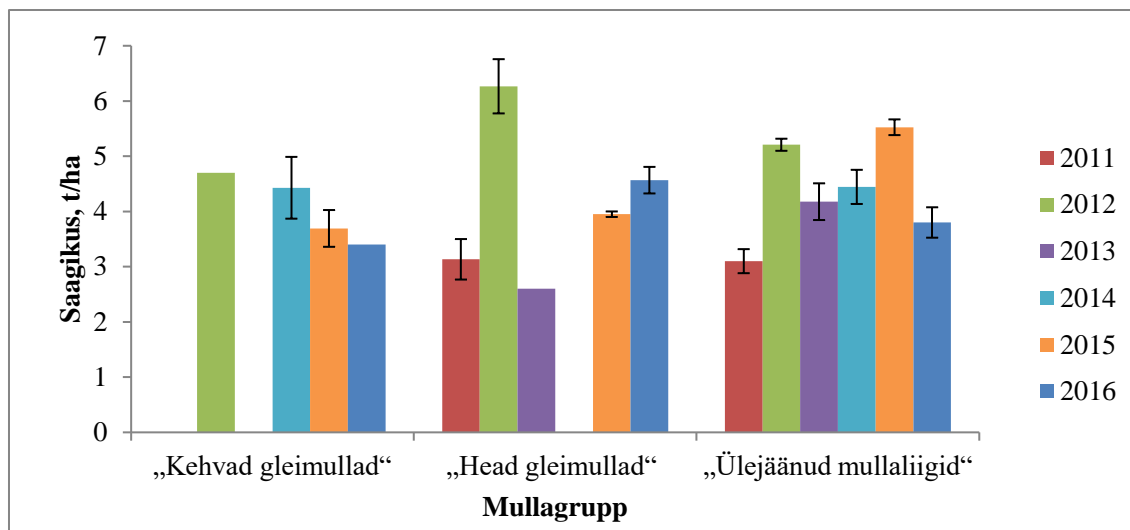
Joonis 23. Suvinisu saagikus (t/ha) sõltuvalt aastast ja mullagrupist (veapiirid tähendavad \pm standardviga)

Madalam saagikus võis tuleneda sellest, et suviviljade külv algas savilõimistega muldadel 2012. ja 2013. aastal hiljem sademeterohke kevade tõttu kui keskmise lõimistega muldadel.

Aastal 2014 oli kõige kõrgem suvinisu saagikus „kehvadel gleimuldadel“. Sel aastal oli kevad kuivem kui eelneval kolmel aastal ja tõenäoliselt saadi ka antud põldudel varem külvi teostada.

Üldiselt on suvinisu saagid olnud keskmiselt kõrgemad „headel gleimuldadel“, kuid saakide varieeruvus on aastati olnud suurem „ülejäänud mullaliikidest“. „Heade gleimuldade“ eeliseks on „ülejäänud mullaliikide“ ees see, et nad ei ole nii põuakartlikud ja tänu maaparandussüsteemide olemasolule väga liigniisked.

Talinisu saagikus on olnud keskmiselt kõige kõrgem „ülejäänutel mullaliikidel“ (joonis 24). Antud põldudele on saadud kevadeti varem peale minna, et teha esimene pealtväetamine, mis soodustab taime kasvu. 2012. aastal oli talinisu saagikus kõigist tunduvalt suurem „headel gleimuldadel“.



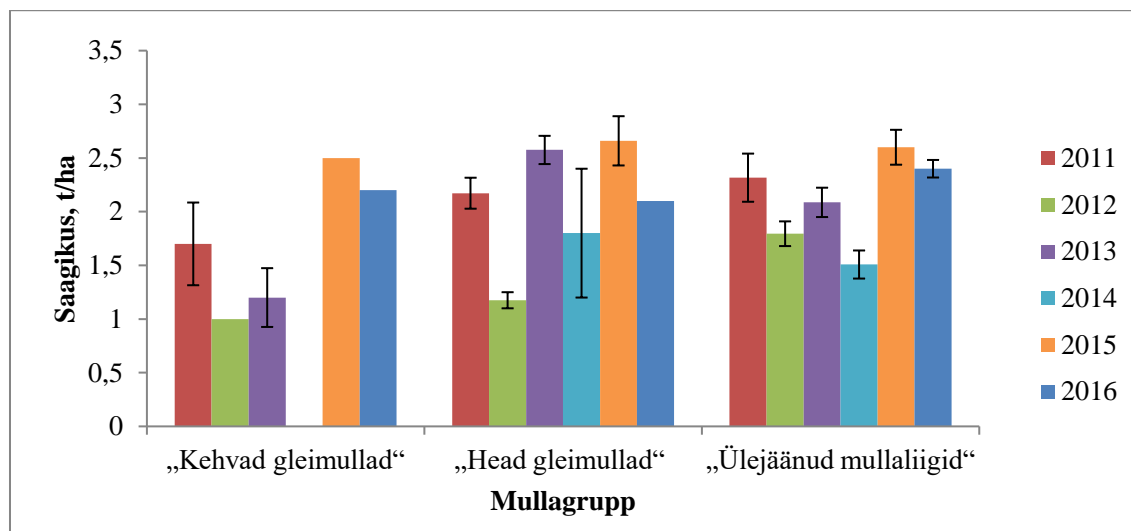
Joonis 24. Talinisu saagikus (t/ha) sõltuvalt aastast ja mullagrupist (veapiirid tähendavad \pm standardviga)

Antud aasta suvi oli keskmisest märgatavalt rohkemate sademetega. Siinkohal võisid „headel gleimuldadel“ olevad maaparandussüsteemid olla abiks pinnasevee äravoolul. Kõige madalamad talinisu saagid on olnud „kehvadel gleimuldadel“. Ilmselt on suur fosforitarve üheks faktoriks, mis võib olla antud põldudel madalamate saakide põhjuseks. On leitud, et fosfori puudus varajastes taimekasvufaasides võib vähendada saagikust, sest taimeosad jäävad väiksemaks ja seemnete valmivus on piiratud (Grant *et al.* 2001).

2015. aasta ilmastik oli talinisu saagi kujundamiseks põuakartlikumatel põldudel soodne, kuna sademeid tuli piisavalt ja taimed ei kannatanud põua all. Seega oli „ülejäänud mullaliikide“ saagikus antud aastal kõrgem teistest mullagruppidest. Kuid 2016. aasta talinisu saagikus oli „headel gleimuldadel“ kõrgem. Antud aastal oli maikuu ja juunikuu alguses põud, mis võis „ülejäänud mullaliikide“ saagikust mõjutada alaliselt liigniisketest ehk gleimuldadest rohkem.

Kõige madalamad suvirapsi saagikused on olnud aastati „kehvadel gleimuldadel“ (joonis 25). 2011. ja 2012. aastal olid suvirapsi saagikused kõrgeimad „ülejäänud mullaliikidel“. 2013.-2015. aastal olid kõige kõrgemad saagikused „headel gleimuldadel“, kuid 2014. aastal oli saagivarieeruvus antud põldudel suur. Suur saagivarieeruvus oli tingitud sellest, et suvirapsi kasvatati „headel gleimuldadel“ kahel erineval põllul, kus väetati mõlemat põldu orgaanilise väetisega, aga suurema saagiga põllule lisati veel 60 kg/ha mineraalset lämmastikku. 2016. aastal kujunes kõrgeim saagikus „ülejäänutel gleimuldadel“. Siit võib teha järelduse, et

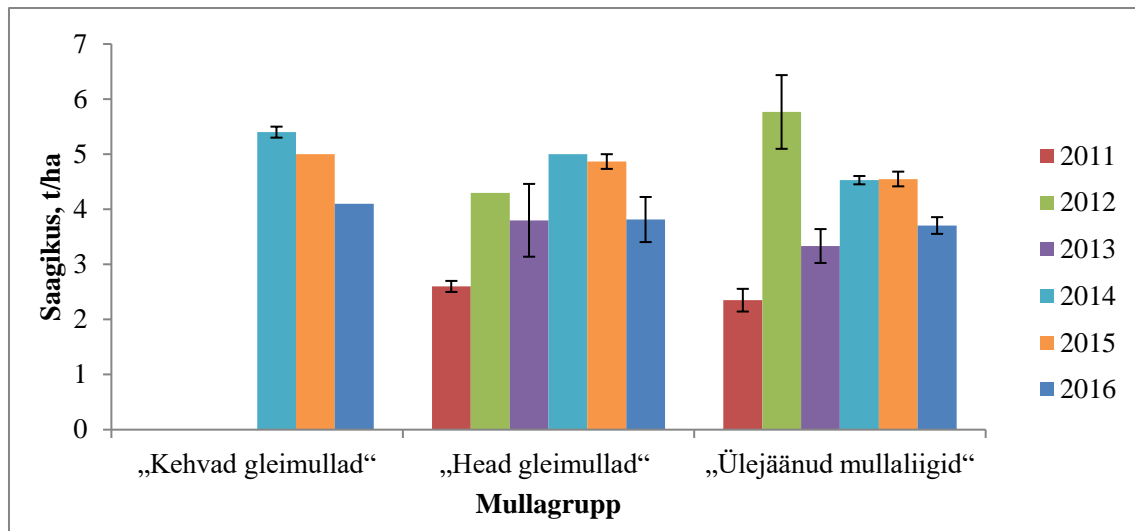
suviraps kasvab paremini liivsavi lõimistel kui raskematel savidel. On leitud, et savilõimisel kasvanud rapsi taimedel on maapealse osa kuivaine kaal väiksem kui liivasematel muldadel (Marschner *et al.* 2001).



Joonis 25. Suvirapsi saagikus (t/ha) sõltuvalt aastast ja mullagrupist (veapiirid tähendavad \pm standardviga)

Suviotra saagikus oli mullagruppidest 2014.-2016. aastal kõrgeim „kehvadel gleimuldadel“ (joonis 26). Kuid kokku oli vaid viis põldu nendel kolmel aastal. Seega ei ole tulemusi piisavalt, et neid kindlalt võrrelda „headel gleimuldade“ ja „ülejäänud mullaliikide“ saagikustega.

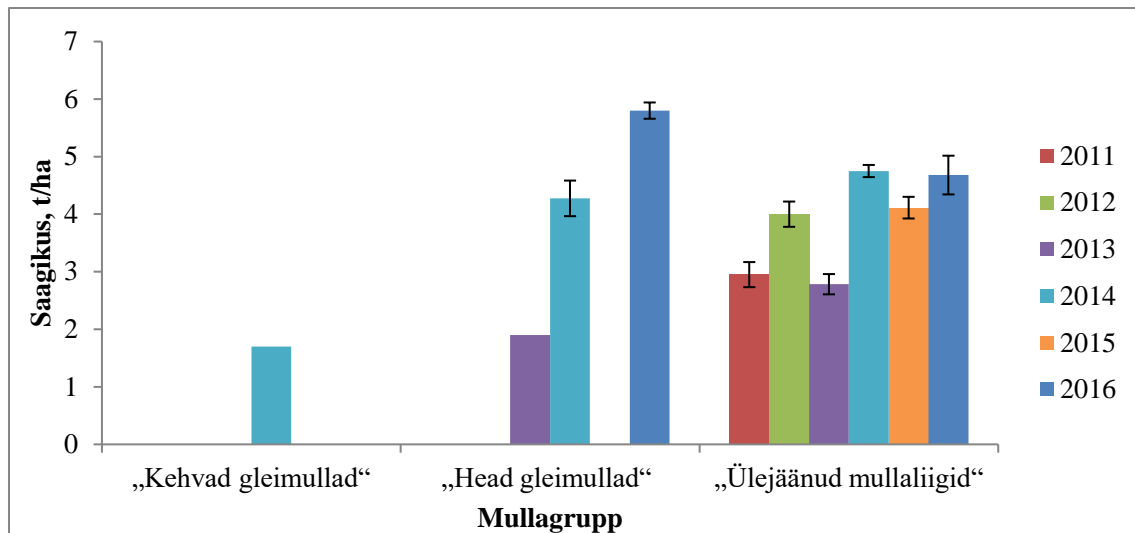
Küll aga on „headel gleimuldadel“ kasvatatud suviotra kuue aasta jooksul kokku 20 põllul, millest neljal aastal rohkem kui kolmel põllul. Kuuest aastast ühel, 2012. aastal, oli saagikus „headel gleimuldadel“ madalam kui „ülejäänud mullaliikidel“. Samas 2013. ja 2016. aastal oli saagivariatsioon üsna suur. „Ülejäänud mullaliikidel“ oli kõrgeim keskmine saagikus 2012. aastal, mis on ka kõigi kuue aasta kõrgeim. Antud aasta oli üldiselt hea teraviljasaagi aasta.



Joonis 26. Suviotra saagikus (t/ha) sõltuvalt aastast ja mullagrupist (veapiirid tähendavad \pm standardviga)

Rukist on kuue aasta jooksul kasvatatud „kehvadel põldudel“ ainult ühel aastal ja kahel põllul (joonis 27, tabel 3). Saagikus oli antud aastal nendel põldudel tunduvalt madalam kui „headel gleimuldadel“ ja „ülejäänud mullaliikidel“. „Headel gleimuldadel“ on rukist kasvatatud kolmel aastal, mil „ülejäänud mullaliikidest“ kõrgem saagikus oli 2016. aastal. Antud aastal kujunesid ettevõttes talirukkil rekordilised saagid.

„Ülejäänud mullaliikidel“ on rukki saagikused olnud viimasel kolmel aastal üsna stabiilsed. Kõige madalam saagikus oli 2013. aastal, mil taimedel hakkasid seenhaigused levima pikale jäänud lumikatte all. Hinnanguliselt võivad erinevad haigused potentsiaalset saaki vähendada kuni 16% (Oerke 2005). On leitud, et lumiseene patogeen talinisul ei vähenda oluliselt tera kvaliteeti, kuid vähendab saaki 15-28% (Humphreys *et al.* 1995 ref Simpson *et al.* 2000).



Joonis 27. Rukki saagikus (t/ha) sõltuvalt aastast ja mullagrupist (veapiirid tähendavad \pm standardviga)

Rukki saagikused „kehvade gleimuldadel“ on olnud üldiselt halvemad kui „headel gleimuldadel“ ja „ülejäänud mullaliikidel“. Kõrgemat saaki on andnud viimastel aastatel „kehvadel gleimuldadel“ talinisu, suvinisu ning suvioder. Suviotra on „kehvadel gleimuldadel“ kasvatatud vähe. „Headel gleimuldadel“ kasvatatud kultuuride saagikused on olnud tihti kõrgemad kui saagid „ülejäänud mullaliikidel“.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö esimeseks eesmärgiks oli anda ülevaade Reinu-Einari OÜ agroökoloogilisest tootmistegevusest, mille käigus analüüsiti ettevõttes kasvatavate kultuuride saagikusi ja neid mõjutanud faktoreid ning sealjuures võrreldi neid Eesti keskmiste saagikustega aastatel 2011-2016.

Töö teiseks eesmärgiks oli selgitada välja, kuidas erinevate kultuuride saagikus sõltub muldade liigitamisest headeks ning kehvadeks, mis on hinnatud ettevõttejuhi poolt aastate pikkuste kogemuste baasil, ning millest saagikuse erinevused on tingitud.

Ettevõttes on antud kuue aasta jooksul külvikorras olnud talinisu, suvinisu, rukis, suvioder, suviraps- ja rüps, taliraps- ja rüps, põldhernes ja põlduba ning haljasväetisena ristik. Maad millel antud kultuure kasvatatakse on kokku 1748 ha. Kõige suuremal pindalal on kasvatatud aastate jooksul nisu.

Ettevõtte põllumaade mullastikust 31% on leostunud gleimullad ja 19% gleistunud rähkmullad. Alaliselt ja ajutiselt liigniiskeid muldi esineb ettevõttes teisigi. Selgus, et leostunud gleimullad on suurel määral savilõimisega mullad, mis osutusid ettevõtte juhi poolt hinnatud kehvadeks muldadeks. Ülejäänud leostunud gleimullad ja teised mullaliigid on peamiselt kerge liivsavi lõimisega.

Muldade väetustarbest on 52% ettevõtte põldudest suure või väga suure fosforitarbega. Peamiselt olid need suure fosforitarbega gleimullad. Nende muldade väetamisel on oluline, et saagiga eemaldatud fosfori kogusest viiakse kuni kahe kordne kogus tagasi mulda. Teistel mullaliikidel (nt. rähkmullal) oli fosforitarve keskmine, väike ja vähesel määral väga väike. Kaaliumitarve on gleimuldadel peamiselt keskmine, teistel muldadel väike või väga väike. Seega on kaaliumiga väetamisel nendel muldadel oluline, et saagiga eemaldatud kogusest antakse samaväärne kogus mulda ja teistel muldadel saagiga eemaldatud kogusest poole kordne kogus.

Ettevõtte põllumuldade reaktsioon oli peamiselt neutraalne või leeliseline. Savilõimistega gleimuldade reaktsioon on keskmiselt 6,4, mis on nõrgalt happeline, kuid lisakulutusi lupjamiseks ei ole vaja teha.

Ettevõttes kasvatatud kultuuride keskmised saagid olid kuue aasta lõikes lähedased Eesti keskmistele saakidele. Ainult rukki saagikused on olnud kõigil kuuel aastal Eesti keskmistest kõrgemad. Üldised Eesti rukki madalad saagid võivad tuleneda rukki madalatest müügihindadest, millepärast kasutatakse väetisi minimaalselt, et omahind ei tõuseks kõrgeks. Suvirapsi ja -rüpsi saagikus oli Eesti keskmisest madalam ainult ühel aastal. Talirapsi ja -rüpsi saagikused olid Eesti keskmisest tavaliselt mõnevõrra madalamad. Ettevõttel tuleks talirapsi kasvatamisel panustada rohkem sügisesele taimekaitsele taimede talvekindluse suurendamiseks. Ilmastikust olenevalt olid head saagiaastad 2012 ja 2015. Halvad saagiaastad, mil talv tekitas suuri kahjustusi taliviljadele, olid 2013 ja 2016.

Toitainete üldbilanssi uurides selgus, et saagiga eemaldatud toitainete kogusest on väetistega mulda viidud kogusega kaetud ainult lämmastik. Väetamisega ei ole tagastatud saagiga eemaldatud fosfori ja kaaliumi koguseid. Pikemas perspektiivis võib see kahjustada mullaviljakust, sest saagiga mullast viidud toiteelementide kogused ei ole kaetud väetistega mulda viidud kogustega.

Savilõimistega gleimuldade produktiivsus on olnud aastati madalam kui kergete liivsavilõimistega muldadel. Kõige paremaid saake on savilõimistega gleimuldadel andnud talinisu ja suvioder. Antud põldude suviopera saagikuste kindlamateks tulemusteks soovitaks ettevõttel kasvatada antud kultuuri ka järgnevatel aastatel. Suvirapsi ja rukki saagid on savilõimistega gleimuldadel madalad, kuna antud kultuurid ei kasva hästi savilõimisega muldadel. Kergete liivsavilõimistega gleimullad on osadel aastatel andnud erinevate kultuuridega suuremaid saake kui teised mullaliigid, mis tuleneb gleimuldade eripärast olla põua ajal kauem niiske. Gleimuldadel ja gleistunud muldadel, millel hetkel maaparandussüsteemid puuduvad, tuleks mullaviljakuse parendamiseks see lähiaastatel teostada.

Käesolev töö koostati Reinu-Einari OÜ aastate 2011-2016 haritava maa, kasvatatud kultuuride ja nende saagikuste andmete põhjal. Antud andmete analüüs on esmakordne tagasivaade ettevõtte agroökoloogilise tootmistegevuse kohta. Andmete analüüsimise käigus saadud tulemusi saab ettevõtte võtta teadmiseks ja kasutada edaspidi põllumajanduskultuuride saagikuse parendamiseks, mis omakorda on kasumi suurendamise teguriks. Autori poolt

pakutuid ettepanekuid saab ettevõtte rakendada oma tulevastes põllumajandusega seotud tegevustes.

Antud bakalaureusetöö on magistritöö aluseks, milles on plaanis edasi uurida ja analüüsida ettevõtte põldude mullaanalüüside andmete (pH, Corg, P, K) muutusi viie aasta jooksul (2010-2015) ja millest antud muutused on tingitud.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Astover, A., Kuldkepp, P., Leedu, E., Toomsoo, A., Teesalu, T., Rossner, H.** (2009). Orgaaniliste ja mineraalvæetiste mõju ja koosmõju põllukultuuridele ja keskkonnale pikaajalises põldkatses intensiiv-, tava- ja maheviljeluse võrdluses. Tartu. 50 lk.
2. **Astover, A., Kõlli, R., Roostalu, H., Reintam, E., Leedu, E.** (2012). Mullateadus. Õpik kõrgkoolidele. Tartu: Eesti Maaülikool. 486 lk.
3. **Aura, E.** (1999). Effects of shallow tillage on physical properties of clay soil and growth of spring cereals in dry and moist summers in southern Finland. – *Soil and Tillage Research*. Vol. 50, No. 2, pp. 169–176.
4. **Clark, A.** (2007). Managing Cover Crops Profitably. Third edition. – *United Book Press, Inc.* 244 lk.
5. **Cook, R.J.** (2006). Toward cropping systems that enhance productivity and sustainability. – *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA. Vol. 103, No. 49, pp. 18389-18394.
6. **Craig, R.F.** (2004). The nature of soils. Basic characteristics of Soil. – *Craig's Soil Mechanics*. Seventh edition. pp. 1–5.
7. **Dazzo, F.B., Brill W.J.** (1978). Regulation by Fixed Nitrogen of Host-Symbiont Recognition in the Rhizobium-Clover Symbiosis. – *Plant Physiology*. Vol. 62, pp 18–21.
8. **Dayegamiye, A.M.** (2000). Effect of green manures on soil physical and biological properties and wheat yields and N uptake.. – *Canadian Journal of Soil Science*. Vol. 80, pp. 81–89.
9. **Dencic, S., DePauw, R., Kobiljski, B., Momcilovic, V.** (2013). Hagberg falling number and rheological properties of wheat cultivars in wet and dry preharvest periods. – *Plant Production Science*. Vol. 16, No. 4, pp. 342–351.
10. **Derera, N.F.** (1989) The effects of preharvest rain. Preharvest Field Sprouting in Cereals, CRS Press Inc., Boca Raton, USA. pp. 1–14 viidatud: Mares, D., Mrva, K. (2008). Late-maturity α -amylase: Low falling number in wheat in the absence of preharvest sprouting. – *Journal of Cereal Science*. Vol. 47, Issue 1, pp. 6–17 vahendusel.
11. **Dupont, F.M., Hurkman, W.J., Vensel, W.H., Tanaka, C., Kothari, K.M., Chung, O.K., Altenbach, S.B.** (2006). Protein accumulation and composition in wheat grains: Effects of mineral nutrients and high temperature. – *European Journal of Agronomy*. Vol. 25, No. 2, pp. 96–107.

12. **Fernández, F.G., Hoefft, R.G.** (2009) Managing Soil pH and Crop Nutrients. *Illinois Agronomy Handbook*. pp. 91–112.
13. **Frimpong, K.A., Baggs E.M.** (2010). Do combined applications of crop residues and inorganic fertilizer lower emission of N₂O from soil? – *Soil Use and Management*. Vol. 26, pp. 412–424.
14. **Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K., Wiltshire, A.** (2010). Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. Vol. 365, pp. 2973–2989.
15. **Graham, P.H., Vance, C.P.** (2003). Legumes: Importance and Constraints to Greater Use. – *Plant Physiology*. Vol 131, No 3, pp. 872–877.
16. **Grant, C.A., Flaten, D.N., Tomasiewicz, D.J., Sheppard, S.C.** (2001) The importance of early season phosphorus nutrition. – *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 81, No. 2, pp. 211–224.
17. **Gustafsson, J.P., Mwamila, L.B., Kergoat, K.** (2012). The pH dependence of phosphate sorption and desorption in Swedish agricultural soils. – *Geoderma*. Vol. 189–190, pp. 304–311.
18. **Haller, E. Karmin, M.** (1984). Maaviljelus. Tallinn: Valgus. 280 lk.
19. **Heinsoo, J., Jaama, E., Jõudu, J., Reimets, E., Viilberg, K.** (1986). Taimekasvatus. Tallinn: Valgus. 320 lk.
20. **Humphreys, J., Cooke, B.M., Storey, T.** (1995). Effects of seed-borne *Microdochium nivale* on establishment and grain yield of winter-sown wheat. – *Plant Varieties and Seeds*. Vol. 8, No. 2, pp. 107–117. viidatud: Simpson, D.R., Rezanoor, H.N., Parry, D.W., Nicholson, P. (2000). Evidence for differential host preference in *Microdochium nivale* var. majus and *Microdochiumnivale* var. nivale. – *Plant Pathology*. Vol. 49, Issue 2, pp. 261–268 vahendusel.
21. **Ingver, A., Tamm, I., Tamm, Ü., Kangor, T., Koppel, R.** (2010). The characteristics of spring cereals in changing weather in Estonia. – *Agronomy Research*. Vol. 8, Special Issue III, pp. 553–562.
22. **Jaama, E., Lauk, E.** (1999). Teraviljade kasv ja arenemine. – *Teraviljakasvatuse käsiraamat /Koost. H. Older*. Saku: Rebellis. lk. 26–49.
23. **Kanger, J., Kevvai, T., Kevvai, L., Kärblane, H., Astover, A., Ilumäe, E., Lauringson, E., Loide, V., Penu, P., Rooma, L., Sepp, K., Talgre, L., Tamm, U.** (2014). Väetamise ABC. Saku: Põllumajandusuuringute keskus. 50 lk.
24. **Kask, R.** (1999). Teraviljakasvatuse looduslikud eeldused ja tingimused Eestis. – *Teraviljakasvatuse käsiraamat. /Koost. H. Older*. Saku: Rebellis. lk. 11–25.
25. **Kurstjens, D. A. G., Kropff, M. J.** (2001). The impact of uprooting and soil-covering on the effectiveness of weed harrowing. – *Weed Research*. Vol. 41, pp. 211–228.

26. **Kärblane, H.** (1996). Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. Tallinn. EV Põllumajandusministeerium. 283 lk.
27. **Marschner, P., Yang, C.-H., Lieberei, R., Crowley, D.E.** (2001). Soil and plant specific effects on bacterial community composition in the rhizosphere. – *Soil Biology and Biochemistry*. Vol 33, issue 11, pp. 1437–1445.
28. **Martyniuk, S., Martyniuk, M.** (2002). Occurrence of *Azotobacter* Spp. in Some Polish Soils. – *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 12, No. 3, pp. 371–374.
29. **Moore, A., Carey, A., Hines, S., Brown, B.** (2012). Beans. southern idaho fertilizer guide. CIS 1189.
30. **Morrison, M.J., Andrews, C.J.,** (1992). Variable increases in cold hardiness induced in winter rape by plant growth regulators. – *J. Plant Growth Regul.* Vol. 11, pp. 113–117.
- viidatud: Rapacz, M. (1998). The effects of day and night temperatures during early growth of winter oilseed rape (*Brassica napus* L. vat. *oleifera* cv. *G6rczafiski*) seedlings on their morphology and cold acclimation responses. – *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol. 20, No.1, pp. 67–72 vahendusel.
31. **Oerke, E.-C.** (2006). Crop losses to pests. – *Journal of Agricultural Science*. 144. 31–43.
32. PM03: Põllukultuuride kasvupind. *Eesti Statistika andmebaas*. <http://pub.stat.ee/> (10.03.2017)
33. PM041: Põllukultuuride saagikus. *Eesti Statistika andmebaas*. <http://pub.stat.ee/> (15.03.2017)
34. PMS102: Kasutatav põllumajandusmaa liigi ja valdaja õigusliku vormi järgi. *Eesti Statistika andmebaas*. <http://pub.stat.ee/> (10.03.2017)
35. Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet (PRIA). (2015). Keskkonnasõbraliku majandamise toetus (MAK 2014-2020 meede 10.1.1) 2015. http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/ksm_uus_2015/ (12.04.2017)
36. Põllumajandussektori 2011. aasta ülevaade. (2012) Tallinn: Põllumajandusministeerium. Põllumajandusturu korraldamise osakond. 102 lk. https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/POLLUMAJANDUS_JA_TT/pollumajandussektor_ylevaade_2011.pdf (06.04.2017)
37. Põllumajandussektori 2012. aasta ülevaade. (2013) Tallinn: Põllumajandusministeerium. Põllumajandusturu korraldamise osakond. 106 lk. https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/POLLUMAJANDUS_JA_TT/pollumajandussektor_ylevaade_2012.pdf (06.04.2017)
38. Põllumajandussektori 2013. aasta ülevaade. (2014) Tallinn: Põllumajandusministeerium. Põllumajandusturu korraldamise osakond. 108 lk. <https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TOIDUAINETOOSTUS/2013/pollumajandussektor-ylevaade-2013-04.pdf> (06.04.2017)

39. Põllumajandussektori 2014. aasta ülevaade. (2015) Tallinn: Põllumajandusministeerium. Põllumajandusturu korraldamise osakond. 82 lk.
40. Põllumajandussektori 2015. aasta ülevaade. (2016) Tallinn: Maaeluministeerium. Põllumajandusturu korraldamise osakond. 101 lk.
41. Põllumajandussektori 2016. aasta ülevaade. (2017) Tallinn: Maaeluministeerium. Põllumajandusturu korraldamise osakond. 84 lk.
<https://www.agri.ee/sites/default/files/content/ylevaated/2016/ulevaade-pollumajandussektor-2016-04.pdf> (06.04.2017)
42. **Roberts, T.** (2014). Estimating nutrient removal for row crops grown in Arkansas. – *Agriculture and Natural Resources*. 4 lk.
43. **Robson, A.D.** (1989). Soil acidity and plant growth. academic press, Sydney. ISBN 0125906552. viidatud: Adaneab, A., Schoenaub, J., Beyeneb, S. (2013). Addition of lime and gypsum to Ethiopian soils to enable lentil growth vahendusel.
44. **Roostalu, H.** (2008). Agromajanduslikud riskid taimekasvatustes ja nende leevendamise võimalused. Tartu: Tartu Põllumeeste Liit. 112 lk.
45. **Schjønning, P., Thomsen, K.** (2013). Shallow tillage effects on soil properties for temperate-region hard-setting soils. – *Soil and Tillage Research*. Vol. 132, pp. 12–20.
46. **Sijtsmaa, C.H., Campbella, A.J., McLaughlinb, N.B., Carter, M.R.** (1998). Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale. – *Soil and Tillage Research*. Vol. 49, No. 3, pp. 223–231.
47. **Skuodiene, R. Nekrošiene, R.** (2007). Impact of perennial legumes and Timor as green manure on productivity of *Secale cereale* L. and *x Triticosecale* Wittm and on occurrence of cereal diseases. – *Agronomy Research*. Vol. 5, No. 1, pp. 59–71.
48. **Smith, G.P., Gooding, M.J.** (1999). Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. – *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol. 94, pp. 159–170.
49. **Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., Astover, A.** (2009) The effects of green manures on yield and yield quality of spring wheat. – *Agronomy Research*. Vol. 7, No. 1, pp.125–132.
50. **Tamm, I., Ingver, A., Koppel, R., Tupits, I., Narits, L., Tamm, Ü., Ess, M., Sepp, K., Vetemaa, A.** (2016). Mahepõllumajanduslik teravilja- ja õlikultuuride kasvatus. Ecoprint AS. 30 lk.
51. **Viil, P.** (2017). Minimeeritud mullaharimine ja otsekülv. *Eesti Taimekasvatuse Instituut*. 100 lk.
52. **Viil, P., Kaarli, K., Sarand, R.-J., Viil, E.** (1999). Teraviljade külveelne mullaharimine, külv ja külvi järgne hooldamine. – *Teraviljakasvatuse käsiraamat* /Koost. H. Older. Saku: Rebellis, lk. 115–131.
53. **Vipper, H.** (1999). Külvikorrad ja teraviljade koht nendes. – *Teraviljakasvatuse käsiraamat* /Koost. H. Older. Saku: Rebellis, 342 lk.

54. **Yu, Q., Li, L., Luo, Q., Eamus, D., Xu, S., Chen, C., Wang, E., Liu, J., Nielsen, D.C.** (2013). Year patterns of climate impact on wheat yields. – *International Journal of Climatology*. Vol 34, pp. 518–528.

AGROECOLOGICAL CROP PRODUCTION ANALYSIS OF REINU-EINARI OÜ IN 2011-2016

SUMMARY

The primary aim of this thesis is to provide an overview of the agro-ecological production activities of Reinu-Einari OÜ. The yield of the agricultural crops growing in the company and the factors affecting them were analysed and, at the same time, compared to the average yield in Estonia in 2011-2016.

The second aim was to find out how the yield of different agricultural crops depends on the categorization of soils into good and bad based on the head of the company's many years of experience, and what the causes of differences in yield are.

The crop rotation of the enterprise during the aforementioned six years has consisted of winter wheat, spring wheat, rye, spring barley, summer rape and colza, winter rape and colza, field pea, broad bean and clover as green manure. The agricultural land that the crops are cultivated on is a total on 1748 ha. Over the years, wheat has been grown on the largest area.

Out of the company's farmland soils, 31% are leached gley soils and 19% are gleyed regosols. More permanently and temporarily waterlogged soils occur on the lands. It was made clear the the leached clay soils are largely of clay soil texture which proved to be those assessed to be bad soils by the head of the company. The rest of the clay soils and other soil types are mainly fine sand texture.

In fertilizer consumption, 52% of the fields have big or very big phosphorous demand. These fields are mainly gleysol. With these soils, it is important that the amount of phosphorus carried back to the soil is double the amount of phosphorus that is removed during harvesting. Other soil's (e.g regosols) phosphorous demand is moderate, small or in a few cases very small. Potassium demand of gleysols is mainly moderate, in other soils small or very small. Therefore, with gleysols, it is important to put equivalent amount of potassium back to the soil

during the fertilization, with other soils, the amount should be half of what was removed from the soil during harvest.

In most cases, the soil reaction is neutral or alkaline. Gleysols with clay soil texture had an average reaction of 6,4 which is weakly acidic, however, there is no need for additional expenses in the form of liming.

During the time period, the average yield of the crops growing in the company was close to the average yield in Estonia. Only the yield of rye has been above the Estonian average in all six years. The overall low rye yield in Estonia may be the result of the low selling price of rye due to which fertilizers are used minimally in order to keep the cost price from rising. Only in one year, the yield of the yield on summer rape and colza was lower than that of the average of Estonia. The yields of winter rape and colza were usually somewhat lower than that of the average of Estonia. Regarding winter rape cultivation, the company should contribute more to plant protection in autumn to increase the winter hardiness of plants. Due to weather conditions, 2012 and 2015 were good harvest years. Bad harvest years were 2013 and 2016 when the winter caused major damage to winter crops.

Examining the overall balance of nutrients revealed that out of all the nutrients removed from the soil during harvesting, only nitrogen's quantity has been returned to the soil with fertilizers. The quantities of phosphorus and potassium that were removed during harvesting have not been returned. In the long run, this can damage soil fertility because the amount of nutrients carried out of the soil with crop harvesting has not been covered by the amount taken into the soil with fertilizers.

Year to year, the productivity of gleysols with clay soil texture has been lower than those with fine sand texture. The best yields of gleysols with clay soil texture have come from winter wheat and spring barley. In order to get sounder results on the yield of spring barley, it is recommended for the company to also cultivate the crop in the subsequent years. The yields of summer rape and barley on gleysols with clay soil have been low since these crops do not grow well on clay soil texture. Gleysols with fine sand texture have, in some years, given higher yields with different crops than other types of soils, due to the specific nature of gleysols to be moist during drought. Gleysols and gleyed soils that do not have a land development system at the moment should have it be carried out on in the coming years.

The present thesis was written based on the data of Reinu-Einari OÜ's arable land, cultivated agricultural crops and their yields in 2011-2016. The given analysis of the data is the first retrospect of the company's agro-ecological production activities. The company can take note of the results obtained during the analysis and use them in the future to improve the agricultural crop yields, which in turn is a factor in the increase of profits.